

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE  
DE LYON

Année 1982 - N. 8

MODELES DE GESTION ZOOTECHNIQUE  
D'UN CHEPTTEL DE VACHES LAITIÈRES :  
Contribution de l'outil informatique

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

(Médecine - Pharmacie)

et soutenue publiquement le 28 janvier 1982  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Jean-Pierre DUBOIS

né le 29 juin 1957

à DOMBASLE (54)









Digitized by the Internet Archive  
in 2026

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE  
DE LYON

Année 1982 - N.

MODELES DE GESTION ZOOTECHNIQUE  
D'UN CHEPTTEL DE VACHES LAITIÈRES :  
Contribution de l'outil informatique

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

(Médecine - Pharmacie)

et soutenue publiquement le 28 janvier 1982  
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Jean-Pierre DUBOIS

né le 29 juin 1957

à DOMBASLE (54)



BOULE NATIONALE NÉCESSAIRE

DE LYON

Année 1911 - N°

MOULIN DE COTON NÉCESSAIRE

DES COTONS DE TOUTES LAURIES

Composition de tout nécessaire

1911

1911

1911 1911 1911 1911

1911 1911 1911 1911

1911 1911 1911 1911 1911 1911

1911 1911 1911 1911 1911 1911



1911 1911 1911 1911

1911 1911 1911 1911

1911 1911 1911 1911



CORPS ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur : Professeur Ph. COTTEREAU

| CHAIRES                                                    | Professeurs     | Professeurs sans chaire | Maîtres de Conférences<br>11 postes | Maîtres Assistants Agrégés | Maîtres Assistants<br>20 postes | Assistants   |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|
| Alimentation                                               | -               | M. JEAN BLAIN           | -                                   | -                          | -                               | M. GRANCHER  |
| Anatomie                                                   | M. BARONE       | -                       | -                                   | -                          | M. DENOIX                       | M. DELTOUR   |
| Chirurgie                                                  | M. COULON       | M. LE NIHOUANEN         | -                                   | -                          | M. FAU                          | M. DULAC     |
| Histologie - Anatomie pathologie                           | M. TISSEUR      | M. CASTELU              | -                                   | -                          | -                               | Mme GRANCHER |
| Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale        | M. CHANTEGRELET | -                       | -                                   | -                          | M. DEMONT                       | M. DROMIGNY  |
| Maladies contagieuses                                      | M. JOUBERT      | M. PRAVE                | -                                   | -                          | M. CHOMEL                       | M. DUCLOS    |
| Parasitologie                                              | M. EUZEBY       | -                       | M. GEVREY                           | -                          | Mme CHAUVE                      | M. NGO TAN   |
| Pathologie générale - Microbiologie-Immunologie            | M. OUDAR        | -                       | M. RICHARD                          | -                          | M. EUZEBY                       | M. GUERIN    |
| Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour | M. COTTEREAU    | -                       | Mme BRUGERE                         | -                          | -                               | M. THIN      |
| Pathologie médicale des équidés et des carnivores          | M. FONTAINE     | M. LAPRAS               | -                                   | M. LEGEAY                  | -                               | M. BOUVIER   |
| Pathologie de la reproduction                              | M. BERTRAND     | M. DESCHANEL            | -                                   | -                          | Mme RACHAIL                     | M. PEPIN     |
| Pharmacie - Toxicologie                                    | M. LORGUE       | -                       | M. KECK                             | -                          | M. JAUSSAUD                     | Mme PEPIN    |
| Physiologie                                                | M. BOST         | M. BOIVIN               | -                                   | -                          | -                               | M. THIEBAULT |
| Physique-Chimie                                            | M. DELATOUR     | -                       | -                                   | -                          | M. GARNIER                      | Melle MARTIN |
| Zootchnie                                                  | M. PROGET       | M. FRANCK               | -                                   | -                          | Melle COURSAT                   | -            |

EXAMINATEURS DE THESE

Président : Monsieur le Professeur BERTOYE, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon  
Premier assesseur : Monsieur le Professeur FRANK, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon  
Deuxième assesseur : Monsieur le Professeur BERTRAND, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon



A la mémoire de mon père.



A Monsieur le Professeur BERTOYE

qui nous a fait l'honneur d'accepter la  
présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur FRANCK

qu'il veuille bien trouver ici l'expres-  
sion de notre vive gratitude et de notre  
profond respect.

A Monsieur le Professeur BERTRAND

nous avons toujours apprécié sa courtoisie  
et sa modestie.

Qu'il veuille trouver ici l'expression  
de notre reconnaissance.



"Ce n'est pas dans la connaissance qu'est  
le fruit, c'est dans l'acte de saisir".

St Bernard

"De la considération", 105.

"Si j'avais appris la technique, je serais technicien, je fabriquerais des objets compliqués. Des objets très compliqués, de plus en plus compliqués, cela simplifierait l'existence".

Ionesco cité par [76].



## INTRODUCTION

---



L'association dans un même travail, de l'intensification laitière et de l'informatique, évoque l'image futuriste de l'agriculture de demain. Les performances exceptionnelles de quelques productrices laitières associées à la puissance mystérieuse et sans limite de l'informatique alimentent des clichés riches en extrapolations plus journalistiques et anecdotiques que réelles.

L'étude de l'agriculture d'aujourd'hui, en particulier française fait apparaître une toute autre réalité. Parmi les 500.000 éleveurs laitiers français recensés, seuls 150 000 peuvent être qualifiés de "modernisés". Et l'essentiel des recherches et de l'assistance technique la plus moderne n'est utile qu'à 100 000 d'entre eux soit le cinquième des éleveurs au plus.

Ce constat risque d'engendrer le découragement voire la désillusion sur la vulgarisation des techniques nouvelles ;

Or, les performances d'un cheptel laitier sont la conséquence d'un équilibre entre les compétences de l'éleveur et les potentialités des animaux. Le but de toute **gestion** d'un cheptel est de rationaliser ou d'améliorer le niveau de cet équilibre en analysant les différents paramètres impliqués. Cette analyse suggère des décisions et donc des actions sur le cheptel destinées à corriger l'impact des paramètres négatifs. L'efficacité de toute gestion provient de la

connaissance de ces paramètres et de leurs interactions. Des recherches récentes et l'analyse des expérimentations déjà réalisées (au niveau des grands troupeaux étrangers par exemple) permettent et permettront de définir des **modèles de gestion** encore incomplets mais seuls ils autorisent la rationalisation des conditions d'élevage.

Dans notre travail, nous ne développerons que la gestion zootechnique des postes composants la conduite d'un atelier laitier, laissant la gestion économique à d'autres études complémentaires. Dans une première partie, nous étudierons deux des principaux paramètres de cette gestion : **la production laitière et l'alimentation**. La **reproduction** de la vache laitière de par sa complexité et son importance, sera traitée dans un second chapitre. Enfin nous analyserons la gestion des paramètres de **santé** en fonction de leurs impacts économiques (mammites - période péripartum...) ou épidémiologiques (dépistages systématiques ou programmés). La synthèse de ces quatre composants nous permet de définir un **modèle de gestion**. Ce modèle qui n'a pas la prétention d'être exhaustif, nous autorise à proposer un système cohérent et simple d'assistance technique, pluridisciplinaire et concertée.

Dans chaque partie, la **saisie des informations** revêt une importance essentielle. L'objectivation des processus étudiés, passe par un **traitement** des données brutes enregistrées. **L'outil informatique** par sa puissance de traitement et son faible coût de fonctionnement offre des perspectives d'utilisation très prometteuses.

## CHAPITRE I

### LA GESTION DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES

#### 1. LA PRODUCTION LAITIERE

##### 1.1. La courbe de lactation théorique

##### 1.2. Modèles mathématiques

décroissance linéaire

décroissance non linéaire

##### 1.3. Les paramètres de la production laitière

###### 1.3.1. La quantité de lait produit

production journalière

production mensuelle

production annuelle : individuelle

collective

###### 1.3.2. Les paramètres physiochimiques :

composition

conductivité et température

##### 1.4. Importance de la lactation

#### 2. L'ALIMENTATION

rationnement : ration de base

d'équilibre

de production

planning alimentaire

mode de distribution

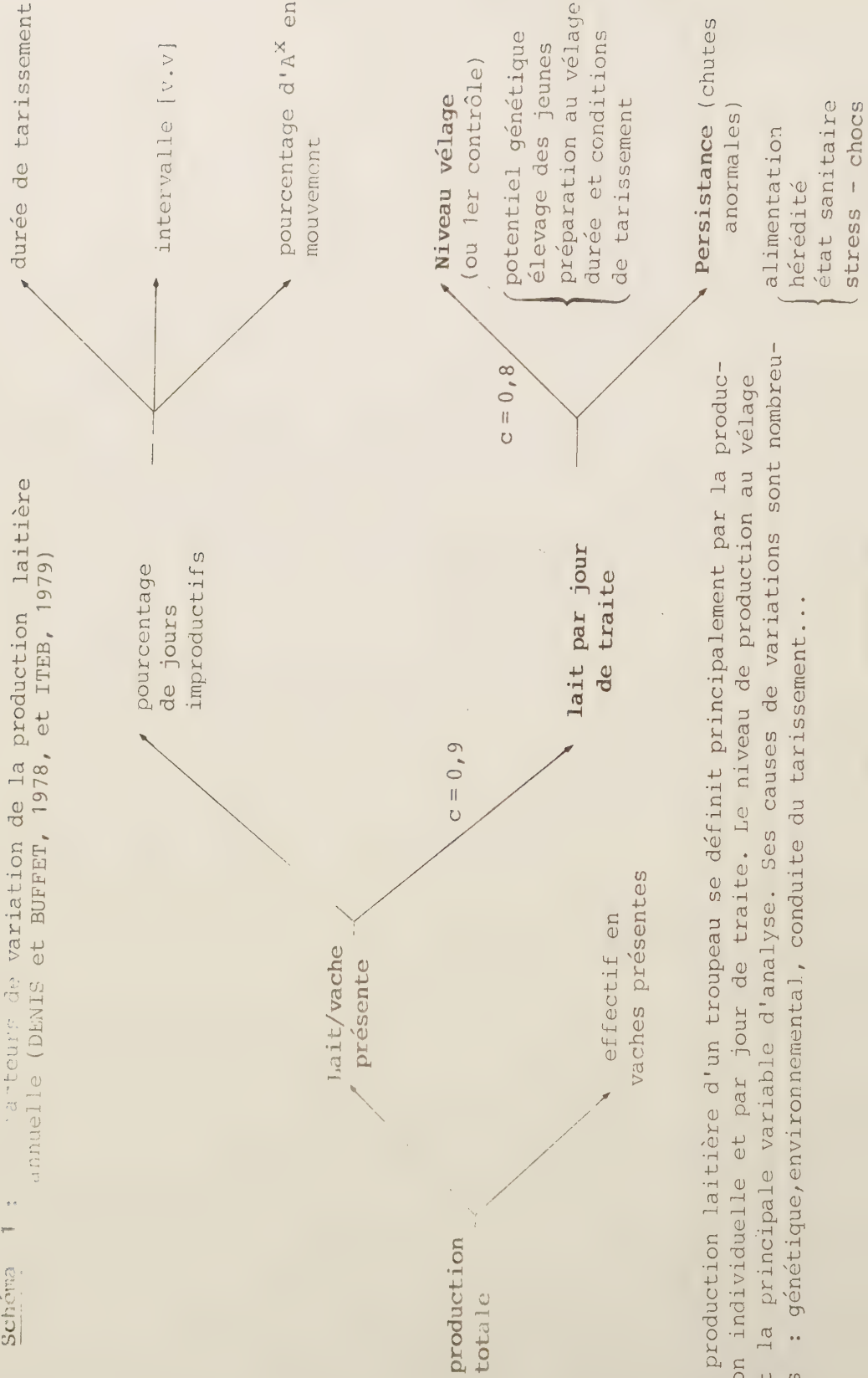
les bilans fourragers

le rationnement économique.





Schéma 1 : facteurs de variation de la production laitière annuelle (DENIS et BUFFET, 1978, et ITEB, 1979)



La production laitière d'un troupeau se définit principalement par la production individuelle et par jour de traite. Le niveau de production au vélage est la principale variable d'analyse. Ses causes de variations sont nombreuses : génétique, environnemental, conduite du tarissement...

## **1. LA PRODUCTION LAITIÈRE**

La production laitière représente le poste économique le plus important dans la comptabilité d'une exploitation. Au niveau de la conduite du troupeau elle recueille tous les soins de l'éleveur ; c'est par elle qu'est appréciée l'efficacité des efforts déployés. La production laitière totale d'un cheptel peut être décomposée selon différents schémas représentés en partie dans le schéma 1: La production individuelle est conditionnée à la fois par le niveau génétique atteint par sélection, et par la maîtrise d'un milieu d'élevage favorable. Cette production laitière individuelle peut être illustrée par une courbe de lactation théorique.

### **1.1. La courbe de lactation théorique**

La production laitière par vache présente peut être représentée graphiquement par une courbe de lactation théorique (figure 1). L'analyse de cette courbe précisera les paramètres d'appréciation de la courbe de lactation réelle. La courbe théorique comprend différentes phases : phase ascendante, phase de plateau (pic de lactation), phase décroissante. L'état de l'animal sépare la durée totale de la campagne en trois périodes : une période où la vache exploite son corps, une seconde où elle le compense et une dernière où l'animal reconstruit des réserves pour la lactation ultérieure (MAYER, 1978). Le profit économique ne coïncide pas avec les phases dites productives et impro-

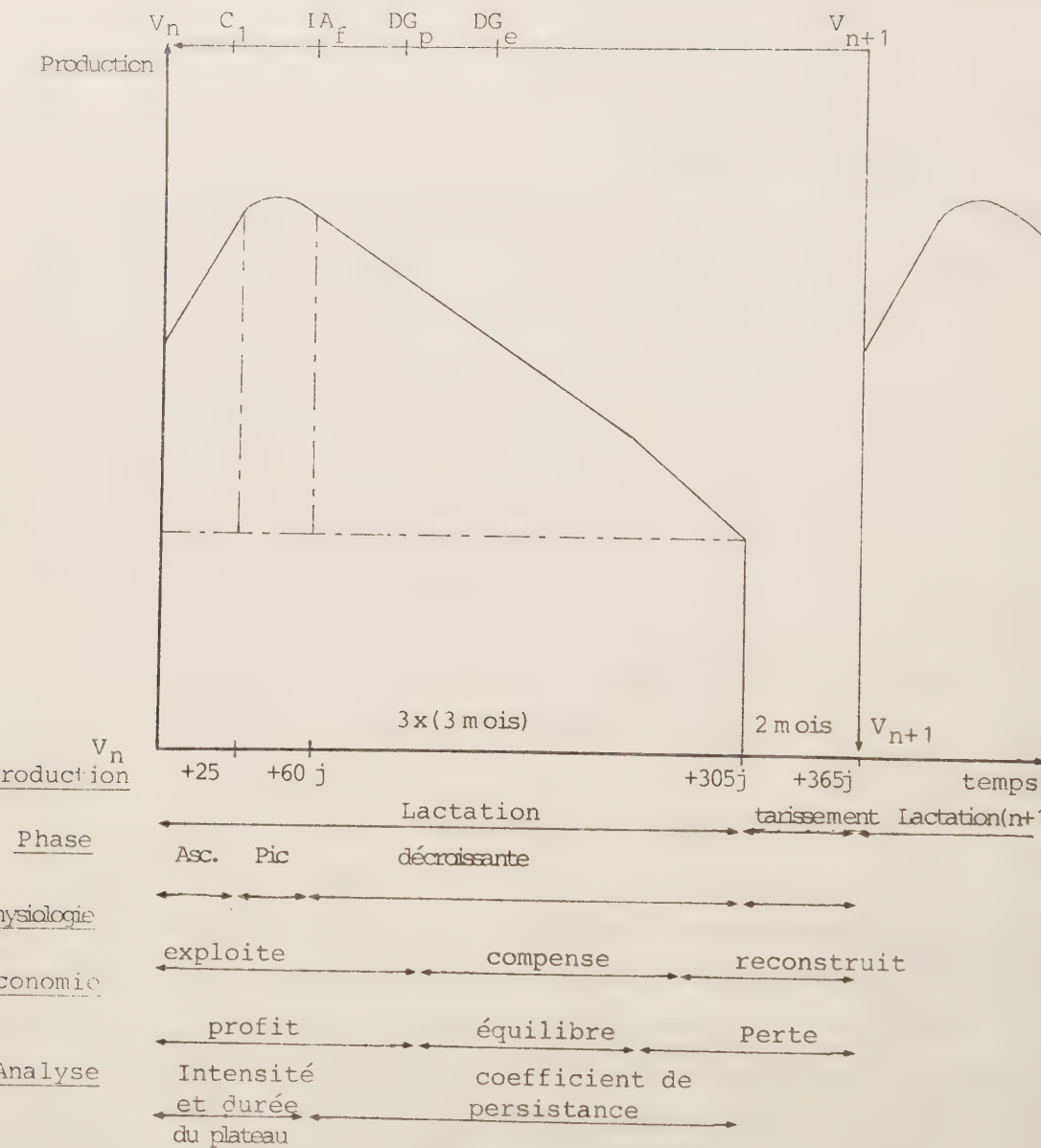


Fig. 1 : La courbe de lactation théorique : critères d'interprétation

La lactation dure 9 mois. Le tarissement optimal est de deux mois. La courbe est séparée en 3 phases : une phase ascendante, de plateau (avec le pic de lactation) et une phase décroissante. L'essentiel des analyses portera sur la dernière phase. L'interruption de la lactation correspond soit au respect de la durée de tarissement, soit à une production journalière jugée insuffisante.

ductive : si la fin de lactation équilibre les profits et les pertes (par rapport au coût alimentaire), la durée de tarissement est une période de perte "sèche". Cette courbe théorique est inscrite entre deux limites : le vélage de rang (n) et le début de la période de tarissement qui est conseillée deux mois avant le vélage de rang (n+1). Cette dernière limite est d'autant repoussée (donc défavorable au point de vue économique) que l'animal tarde à être de nouveau en gestation.

La forme de cette courbe reflète la capacité génétique de l'animal. La surface inscrite dans cette courbe qui caractérise la production laitière, est proportionnelle à l'intensité du pic de lactation et au coefficient de décroissance ultérieure (dans l'hypothèse d'une courbe linéaire). Si ces deux paramètres peuvent être sélectionnés (héritabilité forte), l'expression de ces mêmes caractères est étroitement conditionnée par l'environnement de l'animal. La forme de la courbe théorique peut être décrite par différents modèles mathématiques.

## **1.2. Modèles mathématiques**

La courbe de lactation réelle peut être évidemment tracée à partir des productions journalières. Mais dans les conditions pratiques, seules sont mesurées officiellement des productions séparées d'un mois dans le cadre d'un contrôle laitier-beurrer.

Le calcul de la courbe à partir des contrôles laitiers reprend des méthodes linéaires (décroissante linéaire et production constante entre deux contrôles).

La formule de FLEISCHMANN (officielle dans le cadre du C.L.B. conduit à l'équation :

$$(1) \quad Q = an + (q \times \frac{a+b}{2}) + (r \times \frac{b+c}{2} + \dots + (y \times \frac{g+h}{2}) + 14h$$

Q = quantité de lait produit dans une lactation  
a, b, c, ..., g, h quantité de lait au  
N<sup>e</sup>, q<sup>e</sup>, r<sup>e</sup>, ..., y<sup>e</sup>, h<sup>e</sup> jour de lactation

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 0,02 \text{ sur 30 mois}$$

Une seconde formule non officielle est une simplification mathématique de la première. Sa précision est moindre :

$$(2) \quad Q = \frac{S}{n} (F - N + 15) + a (N - 15)$$

N = [ V - 1er contrôle ]

n = nombre de contrôles

F = durée totale de la lactation.

Au cours du contrôle laitier, la quantité de matière grasse produite est également calculée. La formule de GAINES permet de standardiser la quantité de lait Q contenant un pourcentage de matière grasse G, à une quantité Q' de lait contenant 4% de matière grasse.

$$(3) \quad Q' = Q (0,4 + 0,15 G)$$

Les équations (1) et (2) permettent de calculer la production totale d'une lactation après le dernier contrôle. L'erreur d'approximation dans l'équation (1) est principalement due aux premier et dernier contrôles. La quantité aN représentant la production avant le premier contrôle est très approximative. Elle ne reflète pas

la brusque augmentation de la production et d'autre part elle ne coïncide pas généralement avec l'intensité du pic de lactation. L'erreur commise au dernier contrôle (14 h) est proportionnelle au coefficient de persistance qui définit la pente de la courbe. A partir du pic de lactation il est donc théoriquement possible de prévoir la quantité de lait ultérieure avec une bonne approximation. Ainsi la comparaison entre la production réelle et la production théorique calculée est possible.

CONGLETON et coll [25] utilisent une autre hypothèse mathématique pour définir la production quotidienne théorique prévisible; c'est celle des régressions non linéaires dont l'équation est la suivante :

$$(4) \quad Q_n = A n^b e^{-cn}$$

$Q_n$  : production journalière prévue au  $n^{\text{e}}$  jour de lactation

$e$  : base de logarithme

$A, b, c$  : paramètres constants définissant la production journalière de l'animal calculés à partir des contrôles précédents.

en transformation logarithmique l'équation devient linéaire.

$$(5) \quad \text{LOG} (Q_n) = \text{LOG} (A) + b \text{ LOG} (n) - cn$$

où  $b/c$  représente le pic de lactation.

Là encore, la précision du résultat final est fonction des enregistrements entourant le pic de lactation. L'estimation de la production sur 305 jours à l'aide de l'équation (1) admet une erreur absolue de 117,9 kg à 185,5 kg pour des vaches de deux à cinq ans

sans correction au premier contrôle. La précision à l'aide de l'équation (5) est de 183,5 kg en valeur absolue, valeur sensiblement égale à la précédente [25].

### 1.3. Les paramètres de la production laitière

La production laitière est la fonction biologique la plus fragile avec la reproduction du fait même des niveaux de production atteints. Toute anomalie chez l'animal ou son environnement se soldera presque immédiatement par une baisse de production ou une modification de la composition physico-chimique du lait. Ces deux paramètres seront étudiés successivement.

#### 1.3.1. La quantité de lait produite

L'enregistrement d'une **production journalière** cumulant les quantités de deux à trois traites est à la base de tout contrôle de performance. Parallèlement aux méthodes du contrôle laitier, ont été étudiées des techniques d'enregistrement automatique. Il existe deux types de systèmes [22] actuellement utilisés :

- la pesée des jarres à lait (avec des transducteurs à poids ou des potences en porte à faux munies de jauges de contrainte)
- la mesure du volume de lait - soit globalement, avec des systèmes photoélectriques mesurant des colonnes de lait - soit en comptant le nombre d'unités de volume après dégazage (éliminant la mousse).

Ces systèmes de mesure continue nécessitent une mise en mémoire des données enregistrées à l'aide d'un matériel informatique livré avec les premiers. Cette utilisation a été étendue au contrôle automatique

des performances anormales, où l'animal signalé répond à des caractéristiques programmées.

BUREMA [21] souligne que toute variation entre deux productions individuelles successives, n'est significative que par rapport à l'intervalle séparant les deux enregistrements. La sélection d'animaux dont la production est anormale reposera donc sur les paramètres calculés suivants : - la moyenne de production horaire de l'animal - la moyenne de variation du troupeau et un seuil de répétitivité des anomalies.

MONTALESCOT [69] décrit une autre méthodologie de contrôle des productions anormales. Un compteur à lait est relié à une unité centrale de traitement (microordinateur) chargée de signaler une production inférieure à la moyenne calculée des jours précédents. Cette unité peut signaler une chute brutale ("seuil à court terme") ou une chute plus étalée (seuil à "long terme"). La signification de ces deux seuils est imprécise ; l'auteur les reliant à une maladie à évolution rapide pour le premier ; à l'état général de l'animal pour le second. Ce type de matériel est donc expérimental, et son utilisation sur le terrain permettra d'apprécier les significations réelles des chutes enregistrées.

\*

La quantité de lait produite **mensuellement** peut être la somme des productions journalières ou la base théorique d'une analyse mensuelle des résultats du troupeau (C.L.B.).

Dans le premier cas, l'analyse mois par mois vise à déterminer l'influence saisonnière sur la production collective. Cette analyse se base sur la répétition

tion du phénomène d'une année sur l'autre. Classiquement les périodes de transition alimentaire brutale, de stress climatiques, sont celles de moindre production. L'analyse comparée des productions saisonnières, permettra à l'éleveur de tester son habilité à compenser ces périodes de déséquilibre.

Dans le second cas (type CLB), FRANCK et GENIN [40] proposent une analyse basée sur la comparaison de la production réelle du troupeau à sa production optimum théorique calculée à partir du numéro moyen de contrôle laitier. Il est possible de pondérer la production annuelle des retards de gestation ou des durées anormales de tarissement. La production réelle peut être également comparée à la production permise par l'alimentation. Cette analyse permet au total, de représenter graphiquement des "manques-à-produire" dont l'impact psychologique est important.

\*

L'analyse de la **production annuelle** en terme de bilan présente des potentialités encore peu exploitées malgré une systématisation importante. Ce bilan s'applique à deux niveaux : la courbe de lactation individuelle - et la courbe de production du troupeau.

La courbe de **lactation individuelle** est tracée à partir des contrôles mensuels.

La phase décroissante de cette courbe a été l'objet de l'essentiel des analyses. On peut définir un coefficient de persistance à l'aide des productions mensuelles enregistrées.

$$C.P. = \frac{100}{n} \left( \frac{P_1}{P_m} + \frac{P_2}{P_1} + \dots + \frac{P_n}{P_{n-1}} \right)$$

Valeur théorique admise 0,89 à 0,90

$P_m$  = production maximale enregistrée

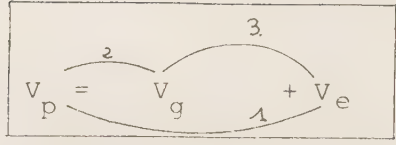
$P_1, P_2, P_n$ , production enregistrée au 1er, 2ème, nème contrôle.

Le coefficient de persistance décrit la totalité de la phase décroissante. Il peut servir de base théorique à des prévisions de production, mais également signaler des chutes anormales et chroniques de production. Il sera d'autant plus faible que l'animal est en situation de déséquilibre dans son milieu. Le coefficient de persistance est un paramètre synthétique très utilisé mais ses limites réservent la qualité des analyses à l'interprétation théorique a posteriori.

Dans une analyse globale de la courbe de lactation, il était séduisant d'extrapoler les méthodes et les résultats de la génétique quantitative (ensemble des théories génétiques applicables aux variations de caractères quantitatifs ou mesurables) , à l'analyse des variations de la quantité de lait produite par un animal au cours de sa vie.

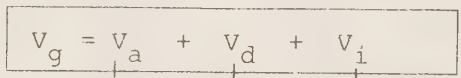
La valeur de la variation d'un caractère est subdivisée en composantes attribuables chacune à une cause différente ; elle est mesurée et s'exprime par la variance. Les variations observées (variance phénotypique  $V_p$ ) peuvent être attribuées au génotype (variance génotypique  $V_g$ ) ou aux écarts d'environnement (variance due au milieu  $V_e$ ) :

(1)



ou

(2)



Valeurs  
génétiques

↓

additives

↓

variance des valeurs d'élevage

↓

écarts dus à la dominance

↓

écarts dus à l'interaction

} ou variance non additive

La variance génétique additive mesure les ressemblances entre apparentés et le coefficient d'héritabilité s'exprime par :

(3)

$$h^2 = \frac{V_a}{V_p}$$

Dans la première équation, l'on suppose que les meilleurs génotypes sont placés dans le meilleur environnement (4). Les deux relations entre la variance phénotypique et les écarts dus au milieu (4) et la variance génotypique (2), imposent une corrélation (3) difficile à quantifier entre l'héritable et les normes d'élevage. Une autre corrélation existe avec le nombre de mesures possibles d'un même caractère. Par exemple, la production laitière individuelle varie avec le numéro de lactation et avec les individus censés posséder le même génotype. La variance phénotypique dans ce cas de figure est la somme des variances d'environnement mesurant les variations des productions d'un même individu (provenant d'influences temporaires et localisées) et mesurant les variations des productions entre les individus (provenant d'influences permanentes et

et non localisées) ; ces variances sont respectivement notées  $V_{es}$  et  $V_{eg}$  (variances dues à l'environnement spécial et général).

Le coefficient de répétabilité  $r$  qui mesure les variations précédentes à l'exclusion de celles dues à l'environnement spécial, peut se définir ainsi :

$$(4) \quad r = \frac{V_g + V_{eg}}{V_p}$$

La répétabilité exprime donc la proportion de la variance des mesures individuelles qui sont dues à des différences non localisées et permanentes entre les individus, différences aussi bien génétiques que dues au milieu (FALCONER, 1974). La nature de cette variance n'est pas définie mais mesurée. En effet, ce calcul est permis par l'hypothèse d'une même détermination génétique des variations successives observées d'un caractère. Dans l'exemple de la production laitière cette hypothèse a de fortes chances d'être inexacte (op. cit.)

Malgré cette hypothèse, la production laitière étant mesurée  $n$  fois, on peut prendre pour valeur phénotypique ( $V_{pn}$ ) de l'animal la moyenne de ces  $n$  mesures et l'on obtient :

$$(5) \quad V_{pn} = V_g + U_{eg} + \frac{1}{n} V_{es}$$

$$\text{donc : } V_{pn} = rV_p + \frac{1}{n} (V_p - rV_p)$$

$$\text{soit : } \frac{V_{pn}}{V_p} = \frac{1 + r(n-1)}{n}$$

Tableau 1 : Répétabilité et héritabilité de la production laitière et des constituants du lait.  
(WILCOX, GAUNT, FARTHING, 1971)

| Caractères quantifiés | r    | $h^2$ |
|-----------------------|------|-------|
| Lait                  | 0,53 | 0,23  |
| M.G.                  | 0,49 | 0,25  |
| M.S. non grasse       | 0,50 | 0,21  |
| M.S. totale           | 0,49 | 0,21  |
| T.B.                  | 0,55 | 0,17  |
| Lactose et minéraux   | 0,44 | 0,18  |
| Moyenne               | 0,50 | 0,21  |
| Pourcentage et ratio  |      |       |
| M.G.                  | 0,76 | 0,57  |
| M.S. non grasse       | 0,60 | 0,54  |
| M.S. total            | 0,75 | 0,57  |
| T.B.                  | 0,61 | 0,37  |
| M.S. non grasse/M.G.  | 0,68 | 0,40  |
| TB/M.G.               | 0,62 | 0,34  |
| Moyenne               | 0,67 | 0,47  |

"Genetic interrelationships of milk composition and yield"

South. Coop. Series Bull. 155.

ou bien : (6)

$$V_g + V_{eg} = \frac{n r}{1 + r (n-1)} \times V_{pn}$$

Ainsi, plus le nombre de mesures est important, plus la fraction de la variance due au milieu spécifique sera faible.

Au niveau du troupeau, la moyenne des productions observées permet de prévoir la production individuelle la plus probable ( $P_{pr}$ ) à l'aide de l'équation suivante :

$$(7) \quad P_{pr} = P_t - \left[ \frac{n r}{1 + r (n-1)} (P_i - P_t) \right]$$

ou  $P_t$  est la moyenne observée du troupeau

$P_i$  la moyenne des productions individuelles observées.

La répétabilité ne peut être calculée et significative que sur une population génétique homogène, population placée dans des milieux comparables et des conditions d'élevage optimales. Le tableau 1 donne les valeurs de  $r$  pour certains caractères de la production laitière.

La connaissance d'une production potentielle permet d'associer une réforme pour faible production (éventuellement due au milieu) avec une incapacité génétique et permanente de la vache à exprimer son potentiel de production. La connaissance des variations de production imputables à la longévité de l'animal permet également d'opérer une réforme précoce donc moins coûteuse pour l'éleveur.

La courbe de production annuelle du troupeau permet la prévision des stocks alimentaires, des rentrées d'argent (gestion prévisionnelle), et des charges de travail.

Elle peut servir de base de comparaison avec les cheptels d'une même région, objectivant ainsi des lacunes zootechniques individuelles.

### 1.3.2. Les paramètres physico-chimiques du lait

La **composition chimique** du lait est complexe, reflétant les multiples fonctions de la glande mammaire:

- Lieu où s'effectuent les synthèses des constituants "nobles" du lait : son bon fonctionnement sera conditionné par l'homéostasie des fonctions d'autres organes.
- Organe émonctoire : certains des constituants du lait formeront entre eux des équilibres et détermineront une pression osmotique constante ; cette caractéristique permet entre autre le dépistage des coupages de lait par le calcul de la "constante moléculaire simplifiée"

$$\text{C.M.S.} = x [\text{L}] + y [\text{Cl}^-] = 70$$

variation légale 69  
à 73

où [L] est la teneur en lactose et

[Cl] la teneur en chlorure

(Cours d'HYDAOA, année 1980-1981, ENV de Lyon).

**Tableau 2 : Corrélation génétique entre la production laitière et la composition du lait dans la race Holstein.**

(WILCOX, GAUNT et FARTHING, 1971)

| Caractères          | Lait  | M.G   | M.G.nonG | Production |       |            | Pourcentages |          |       | Ratios    |
|---------------------|-------|-------|----------|------------|-------|------------|--------------|----------|-------|-----------|
|                     |       |       |          | M.S.       | T.B.  | Lact et M. | M.G.         | M.S.nonG | M.S.  |           |
| <u>Production</u>   |       |       |          |            |       |            |              |          |       |           |
| M.G                 | 0,78  |       |          |            |       |            |              |          |       |           |
| M.S. non grasse     | 0,98  | 0,85  |          |            |       |            |              |          |       |           |
| M.S. totale         | 0,94  | 0,94  | 0,98     |            |       |            |              |          |       |           |
| T.B.                | 0,87  | 0,80  | 0,91     | 0,90       |       |            |              |          |       |           |
| Lactose.Minéraux    | 0,98  | 0,82  | 0,98     | 0,95       | 0,71  |            |              |          |       |           |
| <u>Pourcentages</u> |       |       |          |            |       |            |              |          |       |           |
| M.G                 | 0,35  | 0,30  | -0,22    | -0,03      | -0,18 | -0,27      |              |          |       |           |
| M.S.non G.          | -2,4  | 0,18  | -0,03    | 0,05       | 0,02  | -0,12      | 0,61         |          |       |           |
| M.S. total          | -3,3  | 0,30  | -0,15    | -0,01      | -0,10 | -0,23      | 0,95         | 0,82     |       |           |
| T.B.                | -0,20 | 0,06  | -0,09    | -0,04      | 0,29  | -0,35      | 0,38         | 0,57     | 0,50  |           |
| <u>Ratios</u>       |       |       |          |            |       |            |              |          |       |           |
| M.S.non G/MG        | 0,34  | -0,28 | 0,26     | 0,06       | 0,22  | 0,29       | -0,95        | -0,37    | -0,83 | -0,25     |
| T.B./M.G.           | 0,25  | -0,20 | 0,22     | 0,07       | 0,41  | 0,07       | -0,72        | -0,14    | -0,58 | 0,35 0,78 |

Les **constituants** du lait sont corrélés génétiquement avec d'autres caractères, comme la production laitière (tableau 2), les indices de corrélation négatifs signant l'impossibilité de la sélection conjointe de ces différents caractères.

La **composition chimique** du lait (taux azoté, butyreux,...) est étroitement conditionnée par la physiologie digestive. Toute anomalie métabolique dans le tractus digestif a une répercussion immédiate sur la teneur en protéines ou en matière grasse du lait. Inversement, la composition du lait permet de caractériser un métabolisme digestif qui peut être codifié afin de parfaire un rationnement. Ainsi, BATH et coll [8] quantifient la potentiabilité d'ingestion énergétique selon les taux butyreux en pic de lactation (figure 2).

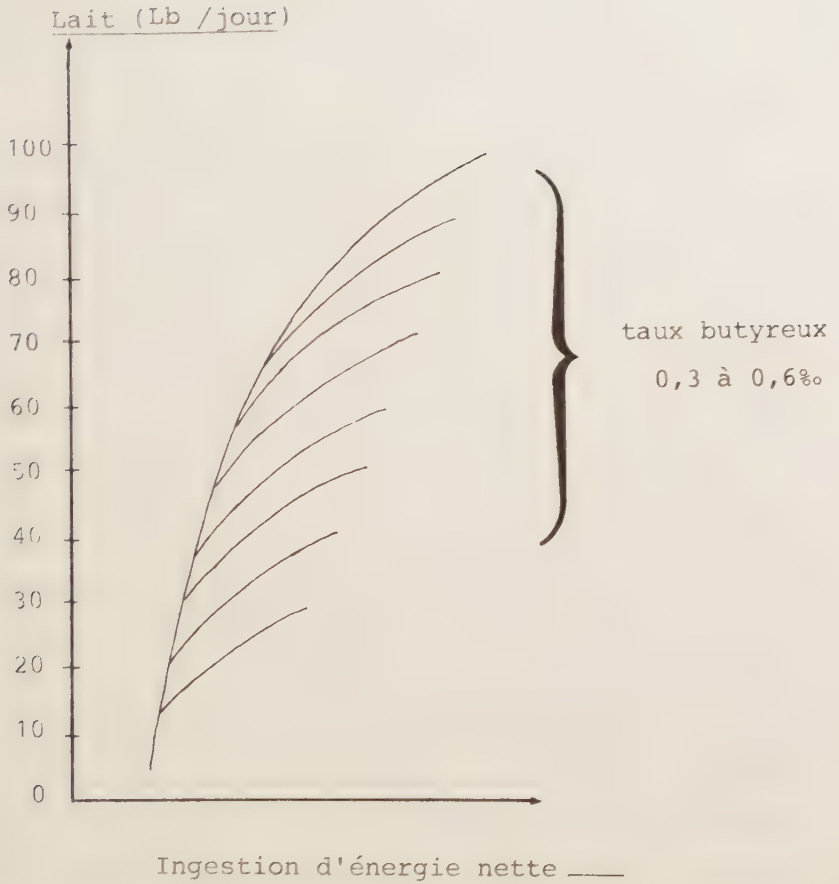


Fig. 2 : Courbe théorique du choix du rationnement énergétique  
(BROWN et CHANDLER, 1978)

Le taux butyreux en pic de lactation permet de choisir entre différentes courbes théoriques du rationnement énergétique. La courbe sélectionnée s'intègre dans un calcul informatique du rationnement de la vache laitière.

## Les paramètres physiques du lait

Les recherches et les applications en ce domaine s'orientent dans deux directions : l'analyse de la température du lait et de sa conductivité.

La température du lait est légèrement inférieure à celle du corps. Une modification de cette température si elle est détectée, permet de conclure à une modification du métabolisme de base de l'animal. BUREMA [21] citant MAATJE et ROSSING, montre que 84% des vaches dont la température s'est élevée de  $0,3^{\circ}\text{C}$  ou plus (de  $-0,07$  à  $+0,23$  de déviation entre traite du matin et du soir) en moyenne des deux traites sur six jours, étaient en chaleur.

Dans le cadre d'une détection automatique des chaleurs, il faut tenir compte séparément des températures enregistrées aux traites du soir et du matin et les comparer aux jours précédents. Cette détection replacée dans son contexte ne peut qu'améliorer la détection visuelle des chaleurs et en aucun cas la remplacer car l'erreur est double par excès (car trop précise) ou par défaut (subœstrus ou autres ...). Elle peut également signaler des pathologies fébriles aiguës mais la baisse de production laitière concomitante est un symptôme beaucoup plus évident.

L'analyse de la conductivité électrique du lait qui mesure sa composition ionique, a été entreprise dans le cadre d'un dépistage des mammites. Les recherches [37] ont porté sur la conductivité absolue ou différentielle, du lait du matin ou du soir (avec un intervalle variable), en début ou en fin de traite, de la mamelle ou de chaque quartier, susceptible de détecter des infections à germes très pathogènes

ou peu pathogènes. La détermination des normes individuelles n'est pas encore exacte et l'application industrielle [21] consiste jusqu'à présent à mesurer la conductivité du lait de mélange de chaque vache et de la comparer avec celle de ses congénères et avec les enregistrements précédents. Ce système adjuvant dans le dépistage classique des mammites [qui consiste en l'épreuve du bol de lait systématique associé au C.M.T. d'exception (California Mastites Test)], améliore la précision du contrôle des mammites (cf gestion médicale), mais il n'est pas cependant très répandu.

#### 1.4. Importance de la lactation

La durée d'une lactation peut être — choisie selon que l'animal a un intervalle [vélage - vélage] de 365 jours (85 jours séparent alors le vélage de l'insémination fécondante et les deux mois de tarissement arrêtent la lactation à 305 jours) — ou bien imposée selon que la production est jugée rentable au delà de 305 jours (limite extrême de rentabilité théorique eu égard aux marges sur coût alimentaire). Dans les deux cas, la décision de tarir l'animal revêt une grande importance économique et zootechnique.

Si les normes dans ce domaine sont générales (305 jours de lactation et 60 jours de tarissement), l'analyse des déviations est plus délicate, de même que les choix d'actions. Faut-il réserver la norme aux seuls petits troupeaux où le contrôle est aisé ? dans les grands troupeaux la norme pourrait être repoussée à 13 mois mais la reproduction sera atten-

tivement suivie (détection des chaleurs - surveillance de la sphère génitale...) et ses normes draconiennes. Séparer ainsi la rentabilité de la lactation et sa durée impose la séparation purement didactique entre Production-Reproduction. Alors qu'en pratique la production est souvent la seule efficience analysable des performances du troupeau. La production laitière malgré une amélioration évidente des performances par sélection (ou réforme) ne peut être l'unique levier à l'amélioration des conditions d'élevage et de la rentabilité. Nous aurons encore souvent l'occasion de souligner combien les éléments du dyptique (Production-Reproduction) ne peuvent être analysés séparément.

\*      \*

\*

## 2. - L'ALIMENTATION

Dans la conduite d'un troupeau, l'alimentation est en théorie le poste où le principe d'analyse est le plus facile : il s'agit de comparer les besoins aux apports, les uns et les autres étant de mieux en mieux connus. Mais si l'alimentation est le premier facteur limitant de la production laitière, elle entretient également des rapports étroits avec la santé et la reproduction de la consommatrice de plus en plus exigeante et fragile qu'est la vache laitière [104]. A mesure que celle-ci produira davantage, le défi sera plus aigu pour équilibrer des besoins physiologiques accrus et des capacités physiques (d'ingestion notamment) limitées. Le "bénéfice" que l'éleveur retirera du lait sera proportionné au niveau de production atteint mais amputé des coûts alimentaires inhérents à ces "sommets productifs". Ces deux types de contraintes physiologique et économique font de l'alimentation l'élément essentiel du management d'un cheptel de vaches laitières. En termes de gestion, doivent se cumuler la précision de l'analyse et du contrôle, et la critique économique qui participe de la recherche d'un profit optimal.

L'originalité physiologique de la vache laitière réside dans un indice de conversion alimentaire qui est le plus élevé de nos animaux domestiques (avec les petits ruminants). Cet animal valorise très bien des sources d'énergie aussi variées que bon marché. Son anatomie digestive de polygastrique lui permet de synthétiser des vitamines du complexe B et C grâce

à sa flore bactérienne et protozoale qui entretient une symbiose originale mais fragile entre ses constituants et avec l'hôte. Sa physiologie digestive originale par une synthèse d'acides gras volatils (acide acétique, propionique et butyrique) à partir des substrats ingérés, lui permet à la fois d'alimenter ses propres fonctions organiques mais aussi de subvenir aux besoins de la production laitière.

L'alimentation de la vache laitière, appelée **rationnement** est calculée à partir de deux critères : **le niveau énergétique** et **l'équilibre** de la ration. Les éléments de la ration qui assurent principalement l'entretien de l'animal sont regroupés sous le terme de **ration de base**. Le complément qui assurera les besoins de production est appelé **ration de production**. La **ration complète** ainsi obtenue doit assurer les besoins énergétiques de l'animal (**niveau énergétique ou alimentaire de la ration**). Les autres besoins, en protéines, en minéraux, oligo. et macroéléments et en vitamines doivent être comblés chacun par les constituants de la ration (notion **d'équilibre** de la ration). Le volume de la ration ne peut dépasser les capacités d'ingestion de l'animal (notion **d'encombrement** de la ration).

A partir de tables développant les valeurs de chaque aliment, il est possible de calculer mathématiquement une ration qui satisfasse à toutes les contraintes physiologiques énumérées ci-dessus, et adaptée aux besoins calculés et définis dans d'autres tables. Ces normes alimentaires complexes et parfois approximatives détermineront la qualité de l'alimentation.

L'adaptation de l'alimentation au stade physiologique de l'animal constitue le **planning alimentaire**. Pour illustrer ce propos, il n'est que de développer un aspect des phénomènes de mise en réserve des apports énergétiques de la ration. L'énergie brute contenue dans la ration n'est pas utilisée intégralement par l'organisme. Une partie est perdue dans l'urine, les fécès et les gaz de fermentation (méthane...). La partie restante ou énergie nette sert à l'entretien, à la production de lait et aux dépôts adipeux. L'utilisation des réserves énergétiques tissulaires n'admet pas le même rendement selon le stade physiologique de l'animal. MOE et coll [67] ont calculé les variations suivantes :

1) Les réserves énergétiques tissulaires sont utilisées en début de lactation avec un rendement de 82%

2) L'énergie métabolisable de la ration n'est transformée pour la production du lait qu'avec un rendement de 64%

3) Les vaches tarées convertissent l'énergie métabolisable alimentaire en réserves lipidiques tissulaires avec un rendement de 60% alors que la vache en lactation le fait avec un rendement de 75%.

Par conséquent, l'utilisation des réserves énergétiques tissulaires au début de la lactation (période de chute de l'appétit) admet des variations de rendement significatives selon les moments où a eu lieu la lipogénèse :

- lipogénèse en période de tarissement : le rendement est de 49% ( $0,60 \times 0,82 \times 100$ ).

Besoins  
Energie nette (Mcal/j)

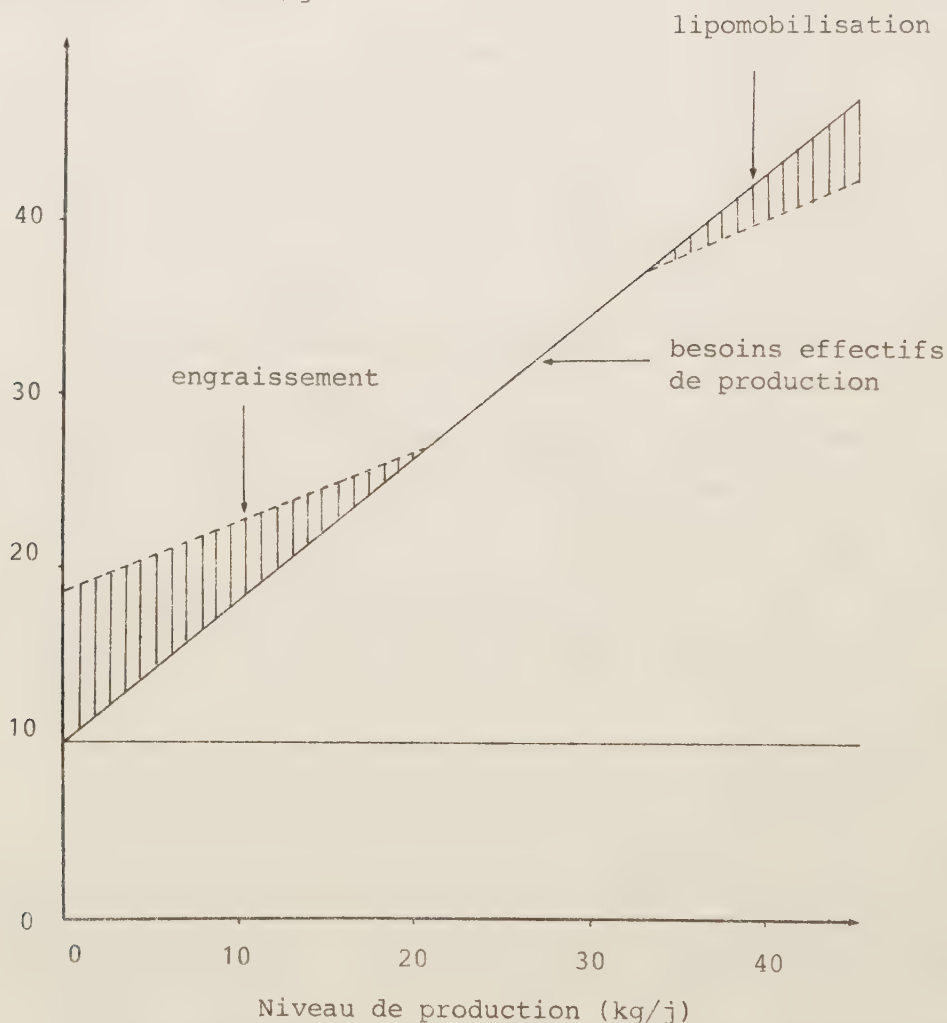


Fig. 3 : Le rationnement énergétique lié au niveau de production  
(CHANDLER et WALKER, 1972)

L'énergie nette nécessaire aux besoins de production est définie au delà d'un certain seuil correspondant aux besoins d'entretien. Un apport excessif d'énergie occasionnera un engraissement tandis qu'un défaut d'apport provoquera une lipomobilisation. Dans les deux cas, le déséquilibre entraînera une pathologie aussi polymorphe que discrète.

- lipogenèse en fin de lactation : le rendement devient  $0,75 \times 0,82 \times 100$  soit 62%

Ainsi est illustrée par exemple, la nécessité d'adapter la ration au stade physiologique de l'animal. Les besoins énergétiques variables tout au long de la lactation sont représentés à la figure (3). Les risques encourus lors de suralimentation ou de sous alimentation bornent une zone non hachurée sur le graphique : zone qui visualise la marge d'approximation permise du rationnement énergétique de l'animal en lactation.

La **composition de la ration** a évolué au fur et à mesure de l'augmentation de la production laitière individuelle. Classiquement, une ration est constituée de deux éléments : les **fourrages** (naturels ou conservés) et les **concentrés** (aliments variés qui se définissent par une très grande densité énergétique). Ces deux éléments, fourrages et concentrés, recouvrent approximativement les deux notions de ration de base et de ration de production : les concentrés constituant

l'essentiel de l'apport énergétique de la seconde. La proportion respective de ces deux éléments influe sur les quantités ingérées (figure 4) ; ce qui oblige à pondérer les barèmes de distribution en fonction de la composition de la ration (phénomène d'associativité).

Le **mode de distribution** varie avec la taille du troupeau et la moyenne de production. Si l'apport de concentrés est grossièrement proportionnel à la production, les éleveurs, pour des raisons pratiques, ont séparé l'alimentation en deux distributions : une ration de base (s.l.) qui correspond par exemple à la couverture de la production la plus basse du troupeau, et la distribution de concentrés soit en salle

Fourrage ingéré  
(% du poids vif)

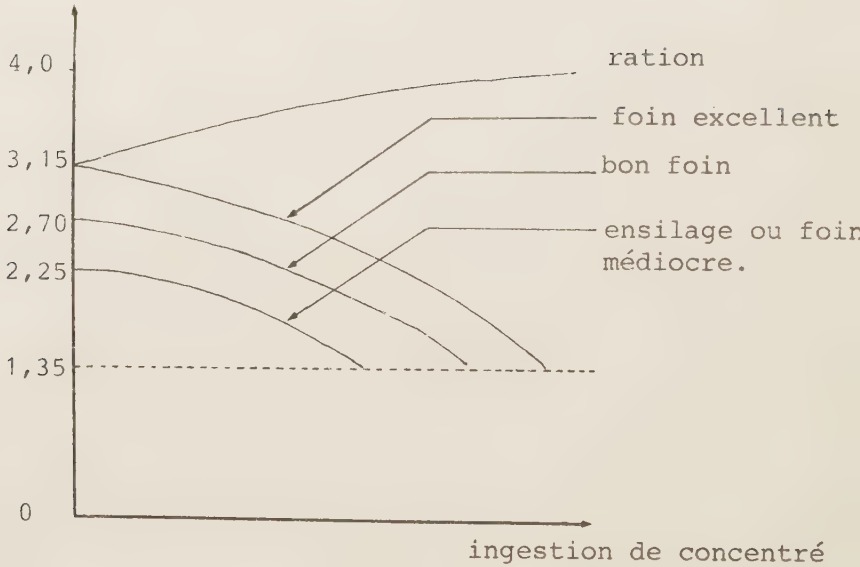


Fig. 4 : Le phénomène d'associativité

La capacité d'ingestion de l'animal - mesurée en pourcentage du poids vif - varie avec les quantités de concentrés offertes (phénomène de substitution) et avec les fourrages associés dans la ration (phénomène d'associativité). L'ingestion maximale est obtenue avec des fourrages d'excellente qualité. Dans le cadre d'un calcul de ration, il faudra pondérer les barèmes de distribution selon ce phénomène.

de traite, soit à l'extérieur; concentrés qui couvrent les besoins de production individuelle plus importants. Le volume d'aliments ingérés par la vache pendant son séjour en salle de traite est limité (2,5 à 4,5 kg de concentrés d'après LAMERS cité par [42]). Cette limite physique impose pour certaines hautes productrices une distribution supplémentaire hors salle de traite. Cette distribution individuelle de concentrés impose en particulier une identification performante des animaux et un potentiel d'adaptation élevé pour l'éleveur (calculs nombreux, références répétées au standard). L'industrie a pallié cet inconvénient en mécanisant ce type de distribution grâce à l'apport informatique qui, par son potentiel de programmation est indispensable. Cette innovation séduisante est peut-être prématurée eu égard au manque de connaissance du comportement alimentaire des vaches ([42] et [5]) et à la fiabilité de ce type de matériel. Une alternative au problème posé par l'alimentation des hautes productrices est possible : il s'agit de la distribution d'une ration complète ad libidum. Cette ration est un mélange relativement fin de tous les aliments, quantitativement équilibré aux besoins. Elle se fait généralement dans une remorque mélangeuse à pesée automatique. Ses avantages semblent l'emporter dans les grands élevages à hautes productrices laitières. Le tableau 3 donne les principales caractéristiques de ce type de ration. Elle impose un allotement des vaches et une formulation très précise. Chaque groupe de vaches réunira des niveaux de besoins homogènes adaptés à chaque ration complète distribuée. La transplantation des vaches d'un groupe à l'autre

Tableau 3. Avantages et inconvénients de la ration complète (OXENDER, 1973)

| <u>Avantages</u>                                                                  | <u>Inconvénients</u>                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1) pas de choix possible donc fiabilité du rationnement                           | 1) hâchage du fourrage nécessaire avant incorporation              |
| 2) haute production favorisée                                                     | 2) matériels à prix élevés indispensables                          |
| 3) pas de CMV nécessaire                                                          | 3) le logement doit permettre un mouvement important des vaches    |
| 4) associé à un groupage selon le niveau de production = adaptabilité maximale    | 4) données peu précises sur le nombre de vaches dans chaque groupe |
| 5) transition alimentaire limitée                                                 | 5) l'application aux petits élevages est problématique             |
| 6) utilisation d'azote non protéique possible au moindre risque                   | 6) Multiplication des calculs à la ferme                           |
| 7) masque des aliments non appétants = flexibilité de la formulation              |                                                                    |
| 8) réduction des manipulations                                                    |                                                                    |
| 9) prévention améliorée des chutes du taux butyreux                               |                                                                    |
| 10) amélioration des conditions de traite                                         |                                                                    |
| 11) pas trop de transformation du logement nécessaire                             |                                                                    |
| 12) formulation quantitative à la ferme possible : stockage de concentrés permis. |                                                                    |

induit une double transition : une transition sociale (hiérarchique) et une transition alimentaire, toutes deux prédisposantes au stress.

D'autres études sont nécessaires afin de déterminer les optima à réaliser : densité des animaux - nombre de vaches dans chaque groupe - choix des motifs d'allotement - critères d'adaptabilité des structures d'élevage - niveau de compétence de l'éleveur...

\*      \*

\*

Tableau 4. Méthode de calcul d'un bilan fourrager  
(LEBRUN, 1981)

Opérations préliminaires

recensement des animaux

calcul de la durée de stabulation

**estimation des stocks**

Répartition des aliments

- détermination des périodes de rationnement :  
limiter le nombre de périodes.

calculer le nombre de rations nécessaires

- analyse des contraintes de répartition :  
réservation de certains aliments à certaines catégories d'animaux

- répartition des aliments :

- \* déterminer la **sécurité des stocks** :

calcul de la M.S. disponible

calcul du nombre d'animaux U.G.B. à nourrir :

1 V.L. = 1 U.G.B.

génisse de 2 ans = 0,7 U.G.B.

génisse de 1 an : 0,5 U.G.B.

veaux 0.6 mois = 0,15 U.G.B.

6 mois-1an = 0,4 U.G.B.

calcul de la M.S./A<sup>1</sup> et M.S./j

- \* **Répartition des aliments** en respectant les normes d'ingestion possibles ou tolérables.

Si les critères quantitatifs de la ration déterminent l'optimum nécessaire aux besoins alimentaires de la vache laitière, d'autres paramètres (qualitatifs, hygiéniques ou économiques par exemple) sont étudiés et soumis à gestion dans la perspective d'une amélioration maximale. Nous n'étudierons que deux de ces paramètres : les [Bilans Prévisions] et les calculs économiques.

Les termes de [Bilan-Prévision] recouvrent les notions de répartition maximale des ressources (fourrages et surfaces) sur l'alimentation des animaux. LEBRUN [58] parle de **Bilan Fourrager**. Le tableau 4 développe la méthodologie appliquée. Le calcul des stocks est souvent difficile. Ces bilans fourragers ne s'appliquent qu'à des périodes de stabulation limitées dans le temps (affouragement d'hiver par ex.). Le traitement manuel de toutes les données nécessaires représente un travail certain. Le recensement des animaux en terme de prévision oblige à le pondérer du nombre de vélages à venir. Un diagnostic de gestation intégré dans un programme australien [12] de gestion médicale, permet de calculer la charge alimentaire prévisionnelle. Elle est représentée dans la partie droite du tableau 5.

Dans certains types d'élevage, où la marge sur coût alimentaire ([marge brute - coûts alimentaires]) est étroite, la définition et le calcul d'une ration bon marché sont essentiels. Dans l'élevage laitier, le coût de l'alimentation varie de 50 à 70% [28]. L'utilisation croissante de concentrés (généralement importés à grands prix) dans l'alimentation de la vache laitière, a obligé l'éleveur à faire appel à des organismes spécialisés dans le **rationnement économique**.



Tableau 6 : Exemple de ration économique  
(COPPOCK - BATH - HARRIS - 1981)

JOE DAIRYMAN

9/16/80 16:28:11 HOURS

SPECIFICATIONS:  
PRODUCTION CURVE MAXIMUM..... = 70 LBS  
AVERAGE MILK FAT..... = 3.5 %  
AVERAGE COW WEIGHT..... = 1300 LBS  
BLEND PRICE..... = \$ 13.00/CWT  
NE(L) FOR ACTIVITY..... = 10 % OF MAINTENANCE  
FIRST LACTATION HEIFERS IN GROUP... = 30 %  
SECOND LACTATION HEIFERS IN GROUP.. = 20 %

| FEEDS USED IN RATION: | ---CONSTRAINTS--- |         |             |              |              |                 |
|-----------------------|-------------------|---------|-------------|--------------|--------------|-----------------|
|                       | AS FED            | 100% DM | AS FED      | 100% DM      | AS FED       | 100% DM         |
| LB/DAY                | % ROUGHAGE        | PRICE   | ---RANGE--- | ---FOUNDS--- | ---FOUNDS--- | ---FOUNDS---    |
| AS FED                | AS FED            | DM      | %/CWT       | LOWER        | UPPER        | MIN MAX MIN MAX |
| CORN SILAGE, 30% DM   | 29.92             | 66.1    | 39.4        | 1.20         | 1.18         | 1.21 20.0       |
| ALFALFA HAY, 20% CP   | 15.33             | 33.9    | 60.6        | 4.20         | 4.18         | 4.24 10.0       |

|                       |        |                |      |      |      |           |
|-----------------------|--------|----------------|------|------|------|-----------|
| TOTAL ROUGHAGE...     | 45.25  | (22.77 LBS DM) |      |      |      |           |
|                       |        | % CONCENTRATE  |      |      |      |           |
|                       | AS FED | DM             |      |      |      |           |
|                       | AS FED | 100% DM        |      |      |      |           |
| BARLEY, 46-48%        | 8.90   | 33.7           | 33.1 | 6.80 | 6.79 | 6.85 80.0 |
| BEET PULP, DRIED      | 6.58   | 24.9           | 25.0 | 6.35 | 4.82 | 6.36 25.0 |
| COTTONSEED, WHOLE     | 5.15   | 19.5           | 20.0 | 8.00 | 6.04 | 8.31 20.0 |
| WHEAT MILL RUN        | 3.22   | 12.2           | 12.1 | 6.50 | 6.47 | 6.60 25.0 |
| COTTONSEED MEAL, 41 S | 2.56   | 9.7            | 9.8  | 9.00 | 8.88 | 9.04 25.0 |

TOTAL CONCENTRATE. 26.41\* (23.96 LBS DM)

\*NOTE: PROVIDE SALT FREE CHOICE OR AS 0.5% OF CONCENTRATE MIX.  
PROVIDE OTHER ESSENTIAL MINERALS NOT SUPPLIED IN ADEQUATE AMOUNTS  
BY FEEDS IN RATION LISTED ABOVE.

ROUGHAGE:CONCENTRATE RATIO = 49:51 (DM)

|                                     | LB/COW | \$/COW | PRICE PER CWT | LOWER RANGE | UPPER RANGE |
|-------------------------------------|--------|--------|---------------|-------------|-------------|
| OPTIMUM DAILY MILK PRODUCTION:      | 66.0   | 8.58   | 13.00         | 12.73       | 16.98       |
| TOTAL FEED COST                     |        | 2.88   |               |             |             |
| TOTAL DAILY INCOME ABOVE FEED COST: |        | 5.70   |               |             |             |

| ESTIMATED ANALYSIS:<br>(100% DM) | CONCENTRATE    |  | ROUGHAGE       |  | TOTAL RATION   |  | ---CONSTRAINTS--- |       |
|----------------------------------|----------------|--|----------------|--|----------------|--|-------------------|-------|
|                                  |                |  |                |  |                |  | MIN               | MAX   |
| CRUDE MATTER PCT                 | 90.69 %        |  | 50.33 %        |  | 65.21 %        |  |                   |       |
| NE(L)                            | 0.86 MCAL/LB   |  | 0.62 MCAL/LB   |  | 0.75 MCAL/LB   |  |                   |       |
| NE                               | 812.49 KCAL/LB |  | 494.55 KCAL/LB |  | 657.54 KCAL/LB |  |                   |       |
| DM                               | 82.54 %        |  | 60.76 %        |  | 71.93 %        |  |                   |       |
| CRUDE PROTEIN                    | 16.98 %        |  | 14.97 %        |  | 16.00 %        |  | 16.00%            |       |
| CRUDE FAT                        | 5.90 %         |  | 2.70 %         |  | 4.34 %         |  |                   |       |
| CRUDE FIBER                      | 13.78 %        |  | 25.21 %        |  | 19.35 %        |  | 17.00%            |       |
| DF                               | 20.45 %        |  | 32.21 %        |  | 26.18 %        |  |                   |       |
| SH                               | 4.09 %         |  | 7.88 %         |  | 5.94 %         |  |                   |       |
| ALCIUM                           | 0.26 %         |  | 0.95 %         |  | 0.60 %         |  | 0.60%             |       |
| PHOSPHORUS                       | 0.56 %         |  | 0.23 %         |  | 0.40 %         |  | 0.40%             |       |
| A:PHOS RATIO                     | 0.47           |  | 4.15           |  | 1.50           |  | 1.50              |       |
| PN                               | 0.00 %         |  | 0.00 %         |  | 0.00 %         |  |                   | 0.50% |

|                 |              |              |              |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| COST AS FED     | \$ 7.10 /CWT | \$ 2.22 /CWT | \$ 4.02 /CWT |
| COST DRY MATTER | \$ 7.83 /CWT | \$ 4.40 /CWT | \$ 6.16 /CWT |

| FEEDS NOT USED IN RATION: | PRICE          |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
|                           | AT FORMULATION | OPPORTUNITY |
| CORN GRAIN, CRACKED       | 6.90           | 6.57        |
| MONOCALCIUM PHOSPHATE     | 14.00          | -1.09       |
| LIMESTONE, GROUND         | 3.50           | 1.82        |

Ces services peuvent être gouvernementaux comme en Grande-Bretagne et en Israël, des instituts vétérinaires comme aux U.S.A. (extension services) ou même des industries privées. Les méthodes de calcul sont connues depuis une vingtaine d'année [44], elles se regroupent sous le nom de **programmation linéaire** [83]. Il s'agit de résoudre une matrice plus ou moins importante d'équations et d'inéquations décrivant les contraintes et les normes à respecter du problème à résoudre (modélisation du problème en algorithme). La résolution de cette matrice fait appel par exemple à la méthode dite du Simplex, et ne peut se faire qu'à l'aide d'un matériel informatique [91]. Le tableau 6 nous montre une des formulations possibles des données valorisées par le traitement informatique. La partie centrale développe la ration choisie et la partie inférieure les caractéristiques qualitatives et économiques des différents composants de la ration. Le coût de chaque formulation de ce type est de 5 à 10 dollars [98]. La complexité des modèles définis aux U.S.A. par exemple, permet d'intégrer des variables non linéaires qui autorisent des projections très intéressantes. Ainsi peut-on calculer l'équation non linéaire qui relie la production laitière et l'apport énergétique de la ration, équation auparavant décrite comme le concept des rendements moins que proportionnels. Ces projections permettent également le choix théorique d'un niveau de production optimal compatible avec les coûts alimentaires et leurs variations. Ce catalogue aussi séduisant qu'abstrait, démontre que l'alimentation est un domaine privilégié à l'introduction de l'informatique dans les processus agricoles.

## CHAPITRE II

### LA GESTION DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION

#### - LE CYCLE REPRODUCTIF

#### 1. ETUDE ANALYTIQUE DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION

- intervalle vélage-vélage
- le délai de mise à la reproduction
- la durée des cycles oestriques :
  - moment de l'insémination
  - la détection des chaleurs
- indices

#### 2. GESTION DES EVENEMENTS DE LA REPRODUCTION

##### 2.1. Normes d'élevage des génisses

##### 2.2. Les inséminations

##### 2.3. Le vélage :

surveillance de la sphère génitale  
groupement au vélage

##### 2.4. La réforme :

la longévité  
les causes de réforme  
prévision des réformes

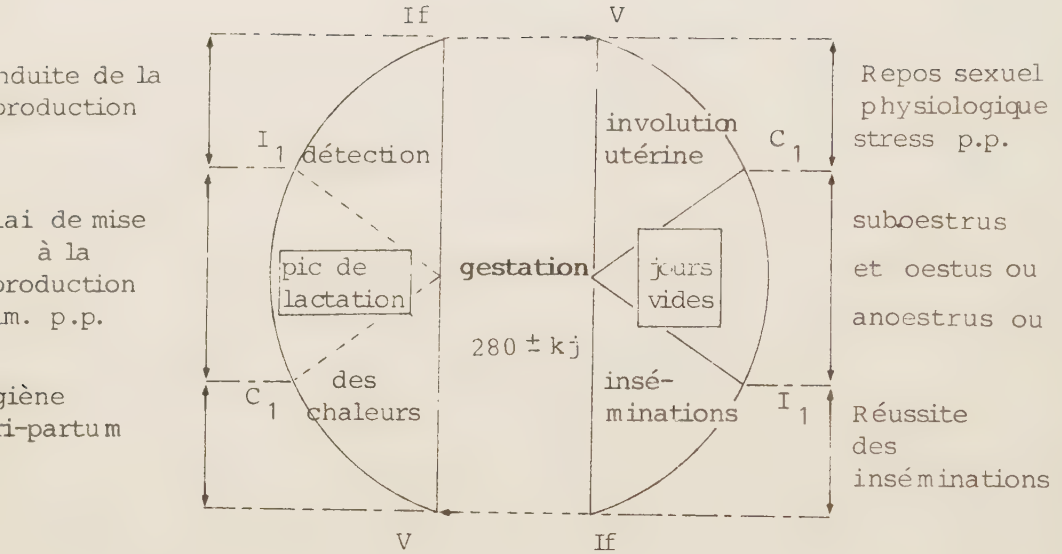
#### 3. LA GESTION DE LA REPRODUCTION





Eleveurs

Animal



V = Vélage

I<sub>1</sub> = première insémination artificielle

C<sub>1</sub> = première chaleur détectée

I<sub>f</sub> = insémination artificielle fécondante

**Schéma 2** : Le cycle reproductif d'une vache laitière, à durée de gestation constante, représente la capacité de l'animal à recouvrir une gestation précoce et la compétence de l'éleveur à placer l'animal dans des conditions optimales de reproduction.

LA REPRODUCTION : gestion des paramètres de la reproduction.

La vie productive d'une vache laitière est la répétition d'un cycle reproductif où le vélage amorce la **lactation** et l'insémination artificielle fécondante, la **gestation**. L'essentiel des recherches récentes sur la reproduction de la vache laitière a porté sur cet espace commun, noeud de la conduite du troupeau laitier.

Le **cycle reproductif** d'une vache laitière borné par deux gestations, consiste en la succession d'un cycle oestral dont la durée est constante mais où sa répétition déterminera l'importance de l'intervalle vélage-insémination fécondante. La chronologie des événements de la reproduction dans cet intervalle - chronologie qui conditionne l'écart entre les deux vélages - conjugue les capacités de **l'animal** à recouvrir précocément l'état gestatif et les compétences de **l'éleveur** à maîtriser tous les paramètres de son environnement (schéma 2). La quantification de ces paramètres passe par la définition de normes de performances objectivant le processus biologique très complexe qu'est la reproduction. La qualité de celle-ci se mesurait classiquement par la trilogie: taux de prolificité, de fertilité et taux de fécondité (cf Rq \*). Le taux de prolificité dans les races

---

$$\text{Rq* 1) taux de prolificité} = \frac{\text{nb de petits nés}}{\text{nb de } \emptyset \text{ mettant bas ou G à 90 j.}} \times 100$$

$$\text{2) taux de fertilité} = \frac{\text{nb de } \emptyset \text{ mettant bas ou G à 90 j.}}{\text{nb de } \emptyset \text{ soumises à la reproduction}} \times 100$$

$$\text{3) taux de fécondité} = \frac{\text{nb de petits nés}}{\text{nb de } \emptyset \text{ soumises à la reproduction}} \times 100 = (1) \times (2)$$

bovines laitières est peu significative (les naissances gémellaires étant souvent l'exception). Le taux de fertilité est lui aussi peu significatif : l'intervalle [vélage - vélage] qui correspond à une valeur de 1 du taux est plus employé car la réforme élimine du calcul les vaches non gestantes. La fécondité qui tient compte du produit, est paradoxalement déviée de sa signification originelle : le terme "infécondité" recouvre dans son utilisation courante les anomalies des performances de reproduction dont les multiples étiologies réservent sa signification à son acceptation générique.

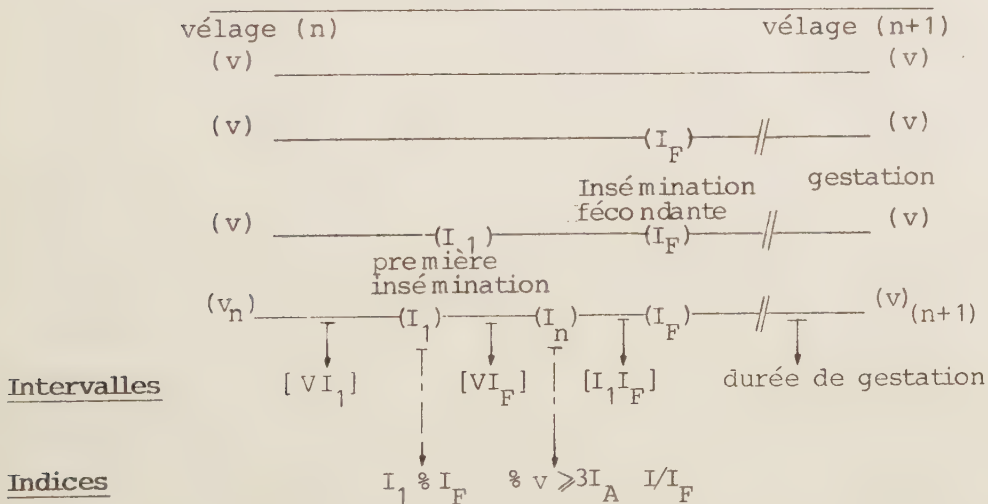
L'analyse des paramètres de gestion de la reproduction permettra d'objectiver les performances (étude analytique des paramètres de la reproduction), voire de définir des normes zootechniques (gestion des événements de la reproduction) et enfin d'associer ces deux aspects en une définition de la gestion de la reproduction.

\* \*

\*

# 1. ETUDE DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION : DE LEURS CORRELATIONS

Le calcul de l'**intervalle vélage-vélage** pourrait servir à caractériser les performances d'un animal ou d'un troupeau. Mais ce paramètre se révèle à l'analyse trop synthétique et son calcul est d'une utilité trop différée par rapport aux événements qui le déterminent. L'intervalle vélage-vélage a donc été décomposé ainsi :



Parallèlement au calcul des différents intervalles (ligne supérieure) peuvent être codifiés certains indices qui quantifient les résultats des inséminations (ligne inférieure). Ces différents paramètres permettent d'expliquer certaines variations de l'intervalle  $[v-v]$  selon les coefficients de corrélation qui les relient entre eux (tableau 7).

Tableau 7 : Etude analytique des variations de l'intervalle vélage-vélage : corrélations entre intervalles, indices et pourcentage (LOISEL, 1976)

|                                       | Valeur du coef. de corrélation<br>avec l'intervalle |              | % de la variation de l'intervalle |           |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------|
|                                       | VV                                                  | $I_1 I_F$    | VV                                | $I_1 I_F$ |
| Critère                               | VV                                                  | $I_1 I_F$    | expliqué par le critère           |           |
| $VI_F$                                | 0,94-0,99                                           |              | 90 à 98                           |           |
| $VI_1$                                | 0,60-0,90                                           |              | 36 à 81                           |           |
| "Retard"                              | 0,40-0,65                                           |              | 16 à 42                           |           |
| $I/I_F$                               | 0,35-0,60                                           |              | 12 à 36                           |           |
| $I/I_F$                               |                                                     | 0,70-0,90    | 49 à 81                           |           |
| % de réussite<br>en $I_1(I_1 \% I_F)$ |                                                     | environ 0,75 | 50 à 55                           |           |
| % $v \geq 3I_A$                       |                                                     | environ 0,35 | 10 à 15                           |           |

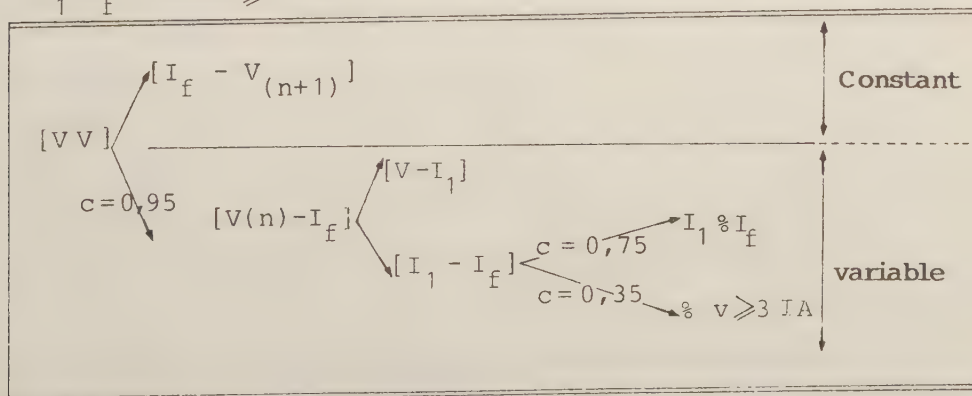
"Retard" =  $I_1 I_F$  observé - [(nb d'I - 1) x 21]

$I/I_F$  = nb d'I pour obtenir une fécondation

A l'aide de cette table, il est permis de hiérarchiser les causes potentielles des variations anormales et donc de préciser l'analyse ultérieure des paramètres quantifiant les performances de reproduction.

Ainsi l'intervalle  $[V V]$  est presque totalement décrit par l'intervalle  $[V I_1]$  (coefficient de corrélation de 0,99). Celui-ci peut être remplacé par l'intervalle  $[V I_1]$  qui représente le **délai de mise à la reproduction** (1) et l'intervalle  $[I_1 - I_f]$ . Ce dernier représente pour chaque animal et à **durée de cycle** constante (2), le nombre d'inséminations nécessaires à la fécondation ( $I/I_f$ ). Ce taux peut être défini à chaque borne de l'intervalle  $[I_1 I_f]$ ; il s'apprécie en effet par le taux de réussite en  $I_1 (I_1/I_f)$  et par le nombre d'animaux qui augmentent l'intervalle par des fécondations tardives ( $\% v \geq 3 I_A$ ): vaches à trois inséminations ou plus). On obtient ainsi le diagramme suivant où l'intervalle vélage-vélage serait défini par l'intervalle  $[v - I_1]$  et les deux indices

$I_1/I_f$  et  $\% v \geq 3 I_A$  :



Si l'explication théorique des variations de l'intervalle  $[v, v]$  permet d'orienter l'analyse du troupeau, deux idées soulevées précédemment relèvent de la conduite de la reproduction effectuée par l'éleveur.

- 1) Le délai de mise à la reproduction
- 2) La durée des cycles physiologiques et des cycles détectés.

Le délai de mise à la reproduction est représenté par l'intervalle  $[V-I_1]$ . Il correspond à la succession de deux périodes : le délai imparti à l'involution utérine [vélage - 1ère chaleur détectée ( $c_1$ )] et le moment choisi par l'éleveur pour inséminer la vache (intervalle  $[c_1-I_1]$ ). OLDS et COOPER [81] soulignent que l'involution utérine (passage de l'état post-gétatif à l'état pré-nidatoire) nécessite 20 à 40 jours. A partir de ce délai physiologique imposé, ces auteurs ont étudié l'influence du délai de mise à la reproduction sur les performances du troupeau (tableau 8). Le taux de réussite en  $I_1$  est significativement amélioré avec un délai supérieur à 36 jours, mais les inséminations ultérieures compensent relativement l'écart enregistré lors d'insémination précoce. Un tel délai de mise à la reproduction par contre, n'a que peu d'influence sur les taux de réforme et sur le taux d'avortement (précoce ou tardif). La seconde partie du tableau 8 montre qu'en moyenne un jour gagné sur le délai de mise à la reproduction modifie l'intervalle  $[v, v]$  de 0,9 jours. Ce gain de temps potentiel équilibrerait donc théoriquement le choix entre la précocité et l'effi-

**Tableau 8 :** Influence du délai de mise à la reproduction sur les performances de reproduction (OLDS et COOPER, 1970).

|                             | intervalle $[VI_1]$ | en jours |
|-----------------------------|---------------------|----------|
|                             | 35 j                | 36       |
| nb de vaches                | 272                 | 405      |
| $I_1 \% I_F$                | 26,8                | 51,1     |
| jour moyen à $I_2$          | 38,6                | 45,7     |
| $I_1 + I_2 + I_3 / I_F$     | 71,3                | 75,5     |
| vendue pour infécondité (%) | 7,0                 | 7,4      |
| avortement (%)              | 8,8                 | 10,4     |

| $[V - I_1]$ | nb de vaches | $[VV]$ moyen |
|-------------|--------------|--------------|
| 40          | 1872         | 343          |
| 41 - 60     | 6567         | 355          |
| 61 - 80     | 11 983       | 370          |
| 81 - 100    | 8288         | 387          |
| 101 - 120   | 3895         | 408          |
| 121 - 140   | 1768         | 427          |

Tableau 9 : Résultats de différents délais de mise à la reproduction sur les paramètres de l'intervalle (vélage-vélage)

| (1)                       | Vaches inséminées |        |
|---------------------------|-------------------|--------|
|                           | ≤ 60 j            | > 60 j |
| nb de vaches              | 16 087            | 18 531 |
| [V.I <sub>1</sub> ] moyen | 48                | 81     |
| [V.I <sub>f</sub> ]       | 72                | 94     |

| (2)                                             | Vaches inséminées à |                           |
|-------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
|                                                 | 1ère chaleur        | I <sub>1</sub> après 74 j |
| nb de vaches                                    | 184                 | 180                       |
| I <sub>1</sub> <sup>o</sup> /I <sub>f</sub> (%) | 37,0                | 66,7                      |
| I/I <sub>f</sub>                                | 2,2                 | 1,6                       |
| [V.I <sub>f</sub> ]                             | 64                  | 101                       |

| (3)                 | Moment permis pour l'insémination |      |             |
|---------------------|-----------------------------------|------|-------------|
|                     | 40 j                              | 60 j | pathologie* |
| nb de vaches        | 430                               | 445  | 113         |
| [V.I <sub>1</sub> ] | 72                                | 81   | 84          |
| I/I <sub>f</sub>    | 1,8                               | 1,6  | 1,8         |
| [V.I <sub>f</sub> ] | 100                               | 104  | 114         |

\*examen postpartum nécessitant un traitement ; l'insémination a lieu au retour à la normale.

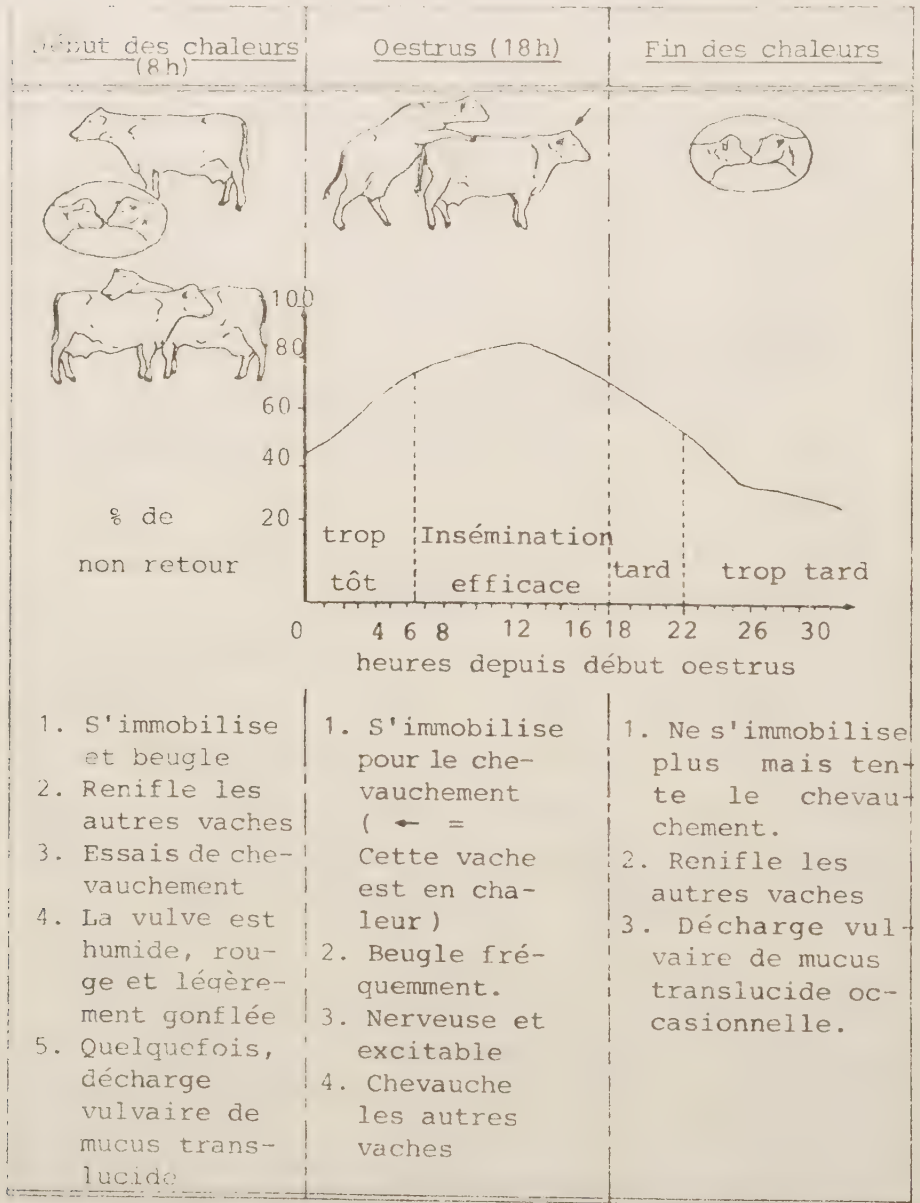
- (1) BRITT - 1975. Early postpartum breeding in dairy cows . A review. J.Dairy Sci. 58.266
- (2) WHITMORE - TYLER - CASIDA, 1974. Effects of early postpartum breeding in dairy cattle. J. Anim. Sci. 38 : 339.
- (3) HARRISON - BRITT - MELLEMBERGER, 1975. Reproductive performance in dairy cows inseminated at first oestrus after 40 or 60 days postpartum. J. Dairy Sci. 38 : 760.

cacité de la première insémination. Le tableau 9 confirme l'influence du délai de mise à la reproduction sur l'intervalle  $[v-I_f]$  et suggère que l'optimum serait l'insémination à la première chaleur détectée, malgré des pertes provisoires aux indices. Dans les conditions naturelles, il s'agira de définir la portée de la priorité accordée aux indices. Ainsi si l'inséminateur préfère une amélioration du taux de réussite en  $I_1$ , le zootechnicien adoptera la solution d'une mise à la reproduction plus précoce, positive à long terme. Ce choix ne se pose évidemment que pour des animaux en bon état d'entretien ce qui oblige à une certaine maîtrise des conditions d'élevage.

La durée des cycles détermine l'intervalle séparant deux inséminations. Cet intervalle peut être analysé à deux niveaux : - pour l'animal individuel il est borné par le moment choisi pour l'insémination - pour le troupeau cet intervalle est variable selon le taux de détection des chaleurs et les mortalités embryonnaires (précoces ou tardives).

Le **moment favorable** à l'insémination a fait l'objet de nombreuses études. Rappelons que l'ovulation a lieu généralement à la 30<sup>è</sup> heure après le début de l'oestrus et que le taux de conception est maximal à la 14<sup>è</sup> heure. La figure (5) indique les signes de l'oestrus et recommande une insémination entre la 7<sup>è</sup> et la 18<sup>è</sup> heure.

Fig. 5 : Le cycle oestral et comportement sexuel  
(HOARD'S, DAIRYMAN, HERD HEALTH GUIDE, 1975)



La détection visuelle de l'oestrus est basée sur des modifications comportementales - des modifications anatomiques de la région vulvaire ainsi que des modifications du mucus vaginal. Le taux de réussite de l'insémination est maximal à la 14<sup>e</sup> heure suivant le début de l'oestrus ; ce taux est optimal entre la 7<sup>e</sup> et la 18<sup>e</sup> heure.

Entre le moment où la première chaleur a été détectée et l'insémination artificielle fécondante, se sont déroulés  $n$  cycles oestriques. L'intervalle  $[I_1 - I_f]$  généralement calculé devrait être un multiple de 21 j (durée normale d'un cycle oestrique). LOISEL [62] définit un critère "Retard" qui donne le temps perdu dans un troupeau du fait des intervalles entre inséminations supérieurs à 21 jours:

$$\text{"Retard"} = [I_1 - I_f] \text{ observé} - [(nb \text{ d'inséminations} - 1) \times 21]$$

Ce critère analysé au niveau d'un troupeau, combine deux paramètres : - le retard dû à des **cycles non détectés** - et le retard dû à des cycles anormalement longs du fait de mortalités embryonnaires précoces.

OLDS [80] dans son analyse de la durée des cycles, sépare les oestrus sans services  $[V C_1]$  et les oestrus à services  $[C_1 - I_f]$  ( $C_1$  = première chaleur détectée). Cet auteur se base sur un délai de détection de la première chaleur de  $48 \pm 27$  j (moyenne calculée sur les troupeaux d'une même région). Une formule mathématique décrit ce délai :

$$(1) \quad [V C_1] = 48 + \left[ \begin{array}{c} \text{taux de chaleur} \\ \text{omis} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{c} \text{moyenne de l'in-} \\ \text{tervalle entre} \\ \text{les chaleurs} \end{array} \right]$$

Par exemple pour un éleveur qui ne détecte que 50% des chaleurs et un intervalle moyen entre les chaleurs détectées de 38 jours on obtient :

$$[V C_1] = 48 + (0,5 \times 38) = 67 \text{ jours. Si la première}$$

insémination a lieu au 80<sup>e</sup> jour postpartum l'éleveur aura perdu 13 jours soit  $13 \times 0,9 = 12$  j de l'intervalle vélage-vélage.

L'intervalle qui sépare deux chaleurs détectées est lui aussi variable selon le taux de détection des chaleurs d'où l'équation :

$$(2) [C_{(n)} - C_{(n+1)}] = 21 + (0,4 \times \% \text{ de chaleurs omises})$$

où 0,4 est un coefficient calculé

soit avec l'exemple précédent :

$$[C_n - C_{n+1}] = 21 + (0,4 \times 50) = 41 \text{ jours}$$

Si l'animal ne nécessite qu'une insémination pour être fécondé, l'intervalle  $[I_1 - I_f]$  est égal à zéro. En pratique, cet intervalle sera fonction du nombre moyen de services pour une fécondation ( $I/I_f$ ) et de l'intervalle moyen entre deux chaleurs détectées

$[C_n - C_{n+1}]$  soit :

$$(3) [I_1 - I_f] = I/I_f \times [C_n - C_{n+1}]$$

A partir de cette équation, peut être calculée l'influence de la conduite de la reproduction sur l'intervalle  $[V I_f]$  (tableau 10).

Trois modèles sont retenus :

- $[VI_1]$  sans limitation
- $[VI_1] \geq 40$  j.
- $[VI_1] \geq 60$  j.

Tableau 10 : Normes pour un intervalle vélage-vélage de douze mois (OLDS, 1978)

| Sans limitation<br>de précocité        | Chaleurs détectées (%) |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                        | 100                    | 90  | 80  | 70  | 60  | 50  | 40  | 30  |
| [V.C <sub>1</sub> ]                    | 48                     | 50  | 53  | 57  | 62  | 69  | 79  | 94  |
| [C <sub>(n)</sub> - C <sub>n+1</sub> ] | 21                     | 23  | 26  | 30  | 35  | 42  | 51  | 68  |
| I/F                                    | [V.I <sub>f</sub> ]    |     |     |     |     |     |     |     |
| 1,3                                    | 54                     | 57  | 61  | 66  | 73  | 82  | 94  | 114 |
| 1,4                                    | 56                     | 59  | 63  | 69  | 76  | 86  | 99  | 121 |
| 1,5                                    | 59                     | 62  | 66  | 72  | 80  | 90  | 105 | 128 |
| 1,6                                    | 61                     | 64  | 69  | 75  | 83  | 94  | 110 | 135 |
| 1,7                                    | 63                     | 66  | 71  | 78  | 87  | 98  | 115 | 142 |
| 1,8                                    | 65                     | 68  | 74  | 81  | 90  | 103 | 120 | 148 |
| 1,9                                    | 67                     | 71  | 76  | 84  | 94  | 107 | 125 | 155 |
| 2,0                                    | 69                     | 73  | 79  | 87  | 97  | 111 | 130 | 162 |
| 2,1                                    | 71                     | 75  | 82  | 90  | 101 | 115 | 135 | 169 |
| 2,2                                    | 73                     | 78  | 84  | 93  | 104 | 119 | 140 | 176 |
| Pas d'insemination<br>avant 40 j P.P.  | Chaleurs détectées (%) |     |     |     |     |     |     |     |
|                                        | 100                    | 90  | 80  | 70  | 60  | 50  | 40  | 30  |
| [V.I <sub>1</sub> ]                    | 61                     | 63  | 66  | 70  | 75  | 82  | 92  | 109 |
| [C <sub>n</sub> - C <sub>n+1</sub> ]   | 21                     | 23  | 26  | 30  | 35  | 42  | 51  | 68  |
| 1,3                                    | 67                     | 70  | 74  | 79  | 86  | 95  | 107 | 129 |
| 1,4                                    | 69                     | 72  | 76  | 82  | 89  | 99  | 112 | 136 |
| 1,5                                    | 72                     | 75  | 79  | 85  | 93  | 103 | 118 | 143 |
| 1,6                                    | 74                     | 77  | 82  | 88  | 96  | 107 | 123 | 150 |
| 1,7                                    | 76                     | 79  | 84  | 91  | 100 | 111 | 128 | 157 |
| 1,8                                    | 78                     | 81  | 87  | 94  | 103 | 116 | 133 | 163 |
| 1,9                                    | 80                     | 84  | 89  | 97  | 107 | 120 | 138 | 170 |
| 2,0                                    | 82                     | 86  | 92  | 100 | 110 | 124 | 143 | 177 |
| 2,1                                    | 84                     | 88  | 95  | 103 | 114 | 128 | 148 | 184 |
| 2,2                                    | 86                     | 91  | 97  | 106 | 117 | 132 | 153 | 191 |
| Pas d'insemination<br>avant 60 j P.P.  | Chaleurs détectées (%) |     |     |     |     |     |     |     |
|                                        | 100                    | 90  | 80  | 70  | 60  | 50  | 40  | 30  |
| [V - I <sub>1</sub> ]                  | 75                     | 77  | 80  | 84  | 89  | 96  | 106 | 123 |
| [C <sub>n</sub> - C <sub>n+1</sub> ]   | 21                     | 23  | 26  | 30  | 35  | 42  | 51  | 68  |
| 1,3                                    | 81                     | 84  | 88  | 93  | 100 | 109 | 121 | 143 |
| 1,4                                    | 83                     | 86  | 90  | 96  | 103 | 113 | 126 | 150 |
| 1,5                                    | 86                     | 89  | 93  | 99  | 107 | 117 | 132 | 157 |
| 1,6                                    | 88                     | 91  | 96  | 102 | 110 | 121 | 137 | 164 |
| 1,7                                    | 90                     | 93  | 98  | 105 | 114 | 125 | 142 | 171 |
| 1,8                                    | 92                     | 95  | 101 | 108 | 117 | 130 | 147 | 177 |
| 1,9                                    | 94                     | 98  | 103 | 111 | 121 | 134 | 152 | 184 |
| 2,0                                    | 96                     | 100 | 106 | 114 | 124 | 138 | 157 | 191 |
| 2,1                                    | 98                     | 102 | 109 | 117 | 128 | 142 | 162 | 198 |
| 2,2                                    | 100                    | 105 | 111 | 120 | 131 | 146 | 167 | 205 |

Dans chaque cas, les conditions nécessaires afin d'obtenir un nombre de jours vides  $[V I_f]$

$\leq 100$  j (compatible avec un intervalle vélage-vélage optimal), sont de plus en plus draconiennes (partie claire de la table). A taux de réussite des inséminations constant (par ex. 1,3), le taux de détection des chaleurs doit passer de 40 à 70%. Cette analyse serait en faveur d'une insémination dès la première chaleur détectée car celle-ci est souvent en fait l'oestrus de 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> cycle postpartum. Dans le choix contraire, il s'agira d'améliorer la détection des chaleurs ce qui pose encore d'énormes problèmes.

\*

Parallèlement à la quantification des paramètres influençant la chronologie des événements de la reproduction, de multiples **indices** ont été étudiés. Ils devaient améliorer la rapidité du calcul et décrire au mieux l'état reproductif d'un cheptel. Nous n'en avons retenu que quatre :

Les deux premiers résument l'importance de la "fertilité" du troupeau en ce sens qu'ils prennent en compte le nombre d'inséminations nécessaires à la fécondation d'un certain nombre de vaches au cours d'une campagne.

Il s'agit de l'**indice coïtal** retenu par la commission S.N.G.T.V. de l'infécondité bovine [27] qui s'exprime par :

$$I.C.R. = \frac{\text{Nombre de services annuels}}{\text{Nombre de femelles mises à la reproduction}} = 1,7 \pm 0,2$$

Cet indice rejoint partiellement celui calculé en Israël [39] qui est le taux de conception total (O.C.R. = overall conception rate).

$$O.C.R. = \left[ \frac{\text{Nombre de vaches gestantes dans l'année}}{\text{Nombre total d'inséminations annuelles}} \right] \times 100$$

37% fertilité basse

45% fertilité haute

Le troisième indice retenu consiste en une compilation des paramètres analytiques précédents ; il synthétise en un indice X les principales causes de variations des normes de performance; il a été défini par KRUIF à Utrecht et par l'Université de Reading :

$$\text{Indice X} = \frac{\text{taux de réussite en } \pm 1}{\text{indice coïtal}} + (125 - [VI_f]) + (25 - R)$$

R = taux de réforme

0 < X < 100 et c les normes suivantes :

$X \leq 71$  : mauvais

$71 < X \leq 85$  : bon

$X \geq 86$  : très bon

Aux Etats-Unis, JOHNSON, MYERS et ULBERG [53] ont défini dans le cadre d'un programme de lutte contre l' "infécondité" (cf. b.2), les performances de reproduction du troupeau par l'indice H.R.S. (Herd Reproductive Status) :

$$H.R.S. = 100 - \left[ \frac{\text{Moyenne des } [V_f] > 100 \times \text{nb de vaches de cette catégorie}}{\text{nb total de vaches}} \right] \times 1,75$$

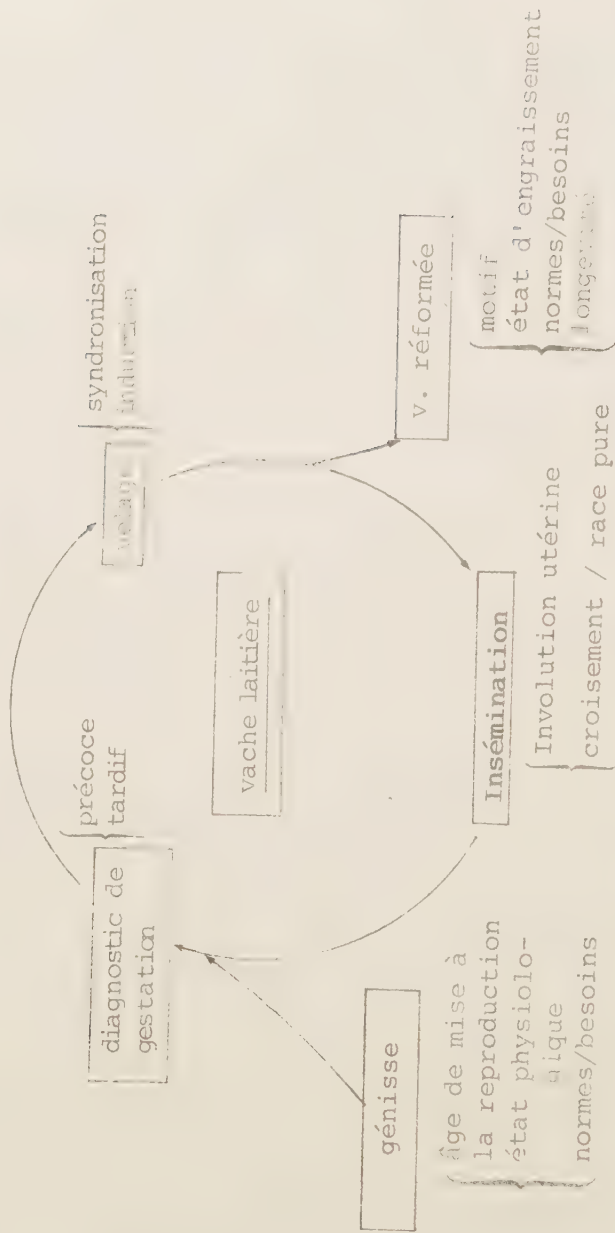
Cet indice permet non seulement d'objectiver les retards de fécondation, mais aussi de contrôler les résultats d'un programme d'action sur les vaches grevant les performances du troupeau.

\* \*

\*



Schéma 3 : Les postes de gestion des événements de la reproduction



## 2. - GESTION DES EVENEMENTS DE LA REPRODUCTION

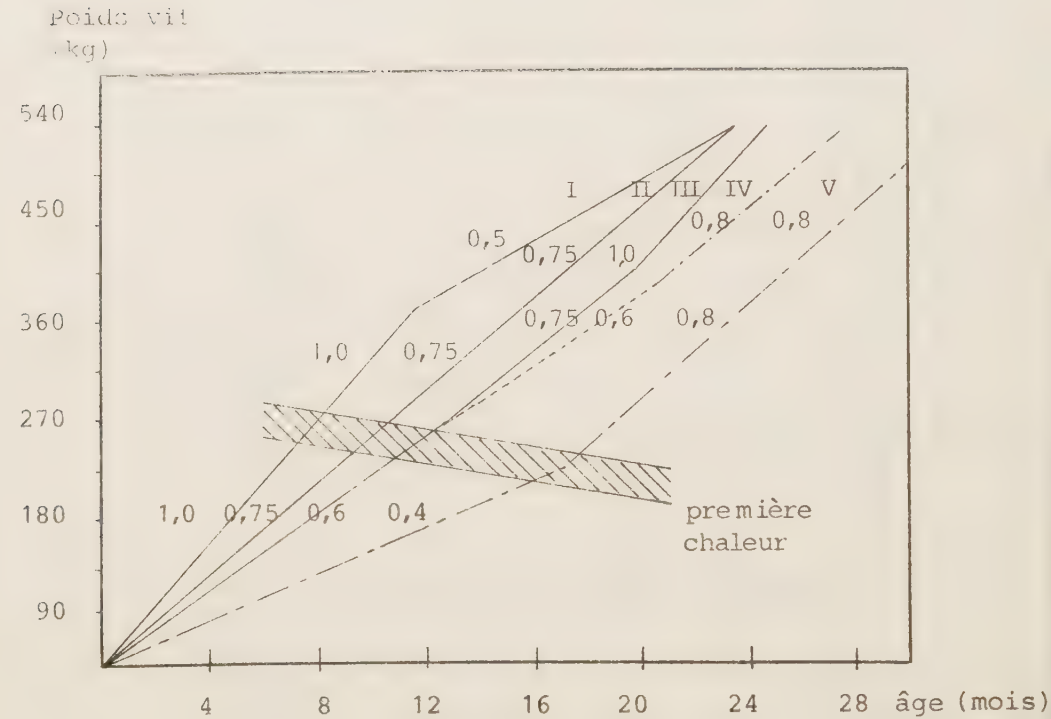
De la naissance à la réforme, l'animal participe à une série d'événements dont la chronologie exacte procède de la gestion de la reproduction (schéma 3). Au centre, le cycle reproductif de la vache adulte où le vélage, les inséminations et les diagnostics de gestation se succèdent. Le troupeau se renouvelle à la fois par les génisses d'élevage et par les réformes conjointes des vaches adultes ou âgées. Chaque poste sera étudié successivement.

\*

### 2.1. Normes d'élevage des génisses

L'âge de la maturité sexuelle chez la génisse est variable selon son développement corporel. La date du **premier oestrus** est donc contingente au planning alimentaire adopté. Par contre, la **date de la première insémination** sera choisie par l'éleveur en fonction de critères variés tels l'importance du cheptel à renouveler (cf. Réforme) ou les ressources alimentaires disponibles (cf. Bilans fourragers).

Le développement harmonieux de la génisse a toujours été traditionnellement conseillé avant une première gestation. Des études récentes ont montré qu'une génisse trop grasse aura un faible taux de conception, des difficultés au vélage, une production laitière et une longévité moindre (OTTERBY et al [84]). Par opposition, une génisse trop maigre donnera des veaux malingres, avec des difficultés au vélage fa-



I, II, III, IV, V courbes de croissance en fonction des gains moyens quotidiens (kg/j)

**Fig. 6 :** Le planning alimentaire des génisses jusqu'à maturité sexuelle

Cinq courbes de croissance sont proposées. Dans chaque cas, elles se définissent par une ou plusieurs valeurs du gain moyen quotidien. Elles déterminent des maturités sexuelles plus ou moins précoces. Les courbes optimales correspondent aux courbes III et IV.

vorisées par un développement statural pelvien limité. SWANSON [100] propose différents schémas de croissance qui induisent une apparition des premières chaleurs variable dans le temps (figure 6). La courbe I qui consiste en une croissance très rapide (G.M.Q. important) amène à une maturité sexuelle très précoce et peu favorable. La courbe II avec une croissance modérée mais soutenue approche l'optimal. La courbe III qui correspond à la même précocité, avec la suralimentation temporaire avant le vélage est la courbe théorique la plus séduisante. Les courbes IV et V correspondent à des vélages retardés à 27, 28 mois par exemple pour la première. Ce type de plànnig alimentaire peut être adopté lorsque la demande en génisses de renouvellement n'est pas trop forte, ou lorsque la conjoncture économique impose des restrictions alimentaires.

Le choix de la date d'insémination chez la génisse conditionne l'âge au premier vélage, mais surtout la future lactation. SWANSON [100] à ce sujet, indique que des vaches à maturité peuvent produire jusqu'à 30% de plus en 10 mois de lactation que ce qu'elles produisaient après leur vélage à deux ans. NORMANN et coll ont étudié l'influence de l'âge au premier vélage sur les productions laitières ultérieures (tableau 11). Entre 19 et 23 mois, le gain de production obtenu en retardant le vélage d'un mois est important, de l'ordre de 150 à 200 kg pour des vélages plus tardifs entre 20 et 24 mois. Entre 27 et 33 mois, le gain obtenu est plus faible. Ce qui fixe un **seuil optimal** de l'âge au premier vélage vers 2 ans (26, 28 mois en moyenne).

**Tableau 11 :** Influence de l'âge au vêlage des génisses sur la production laitière ultérieure

| Age au vêlage<br>(mois) | Lait en lb sur 305 jours. |      |            |      |
|-------------------------|---------------------------|------|------------|------|
|                         | Holsteins                 |      | Jerseys    |      |
|                         | Production                | Gain | Production | Gain |
| 20                      | 9775                      | 420* | 6242       | 225  |
| 21                      | 10175                     | 400  | 6460       | 218  |
| 22                      | 10560                     | 385  | 6665       | 205  |
| 23                      | 10870                     | 310  | 6870       | 205  |
| 24                      | 11050                     | 180  | 6985       | 115  |
| 25                      | 11185                     | 135  | 7040       | 55   |
| 26                      | 11280                     | 95   | 7080       | 40   |
| 27                      | 11330                     | 50   | 7115       | 35   |
| 28                      | 11375                     | 45   | 7140       | 25   |
| 29                      | 11420                     | 45   | 7160       | 20   |
| 30                      | 11460                     | 40   | 7180       | 20   |
| 31                      | 11500                     | 40   | 7200       | 20   |
| 32                      | 11540                     | 40   | 7215       | 15   |
| 33                      | 11580                     | 40   | 7230       | 15   |

\*estimé par extrapolation pour 19 mois.

de NORMAN et al, 1974

"USDA-DHIA factors for standardizing 305 days lactation records for age and month of calving "  
USDA-ARS-NE-40

Les principaux outils de gestion de la reproduction des génisses semblent donc être en dernière analyse ,..., la balance et le calendrier. En effet, les paramètres classiques de la reproduction chez l'adulte montrent moins d'intérêt chez la génisse car ses performances sont meilleures (le taux de réussite en  $I_1$  notamment) et des variations individuelles anormales auront moins de conséquences sur les résultats du troupeau.

\*       \*

\*



## 2.2. Les inséminations

Nous avons précédemment analysé le moment des inséminations ; ce chapitre traitera de leur nature.

Dans le cadre d'une maîtrise totale du progrès génétique, l'insémination artificielle est l'outil privilégié à une sélection orientée vers une production laitière améliorée en qualité et en quantité. A cet effet, il s'agit sur une race homogène, d'isoler et de reproduire le type laitier idéal.

Dans les pays où les races sont sélectionnées vers la spécialisation (les U.S.A. par exemple avec la race laitière holstein), le type doit être uniforme et unique. Cette orientation se base sur un **plan d'accouplement** dirigé : on "n'améliore" pas les défauts de la vache receveuse mais on lui fait produire le type sélectionné.

Par opposition, dans les pays où les races ne sont pas sélectionnées spécifiquement sur le caractère laitier mais aussi sur les performances bouchères (race à caractères mixtes), le **plan d'accouplement** est alors **raisonné**. Il s'agira de produire avec un caractère laitier amélioré, un type qui compense les défauts de la mère. Le nombre de défauts ainsi améliorés est au prorata du nombre de caractères inscrits au schéma de testage. Maîtriser l'analyse des caractères à améliorer, les hiérarchiser et choisir les meilleurs géniteurs procède de la responsabilité de l'éleveur. Choix complexe qui bien souvent consiste à prendre le meilleur index du catalogue. C'est pourquoi certains organismes ont mis au point des programmes informatiques à la fois pour rationaliser le

choix et simplifier la recherche des meilleurs géniteurs enregistrés. L'I.S.A.R.A. par exemple [75] a étudié un plan d'accouplement raisonné baptisé ORDICHEPTTEL qui utilise un matériel informatique pour le traitement des informations mises en mémoire. Ce type d'assistance n'est pas uniquement produit pour rationaliser le choix des reproducteurs mais également pour optimiser les productions. Ainsi, en tenant compte de la destination des veaux à naître, le programme sélectionne un reproducteur améliorant les qualités bouchères de la femelle (amélioration compatible avec les possibilités de vélage). Mais l'éleveur devra choisir la proportion et les vaches destinées à cette insémination "bouchère", choix qui participe de la gestion globale de la reproduction.

\*

Complémentaire à l'amélioration génétique, la nature des inséminations peut également contribuer à l'amélioration zootechnique d'un élevage. Il en est ainsi dans les pays où le plan d'accouplement est dirigé. A titre d'exemple, nous citerons l'expérience réalisée aux U.S.A., rapportée par BRITT et ULBERG (1970). Dans le cadre d'un programme intitulé "Herd Reproductive Status System", l'effort portait sur les vaches inséminées au-delà du 100<sup>e</sup> jour postpartum. Le volume des informations à traiter imposait là aussi un traitement informatique : après le calcul de l'indice H.R.S., les vaches non fécondées au 100<sup>e</sup> j. P.P. étaient sélectionnées. Celles-ci faisaient

Tableau 12 : Modifications apportées par l'application du programme H.R.S.

| Année | Nb moy<br>de vaches | moy<br>[V I <sub>f</sub> ] | 1/F | % moy d'é-<br>levage ayant<br>[V V <sub>f</sub> ] > 100j | HRS |
|-------|---------------------|----------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----|
| 1959  | 264                 | 125                        | 2,1 | 13,2                                                     | 58  |
| 1960  | 304                 | 126                        | 1,9 | 11,5                                                     | 65  |
| 1961  | 367                 | 126                        | 2,2 | 10,6                                                     | 65  |
| 1962  | 463                 | 119                        | 1,0 | 10,7                                                     | 66  |
| 1963  | 890                 | 115                        | 2,0 | 10,2                                                     | 68  |
| 1964  | 1005                | 107                        | 1,8 | 8,7                                                      | 73  |
| 1965  | 914                 | 114                        | 1,9 | 9,1                                                      | 71  |
| 1966  | 862                 | 116                        | 2,0 | 9,0                                                      | 71  |
| 1967  | 844                 | 105                        | 1,8 | 8,4                                                      | 74  |

d'après BRITT and ULBERG, 1970.

"Changes in reproductive performance in Dairy herds using the Herd Reproductive Status System".

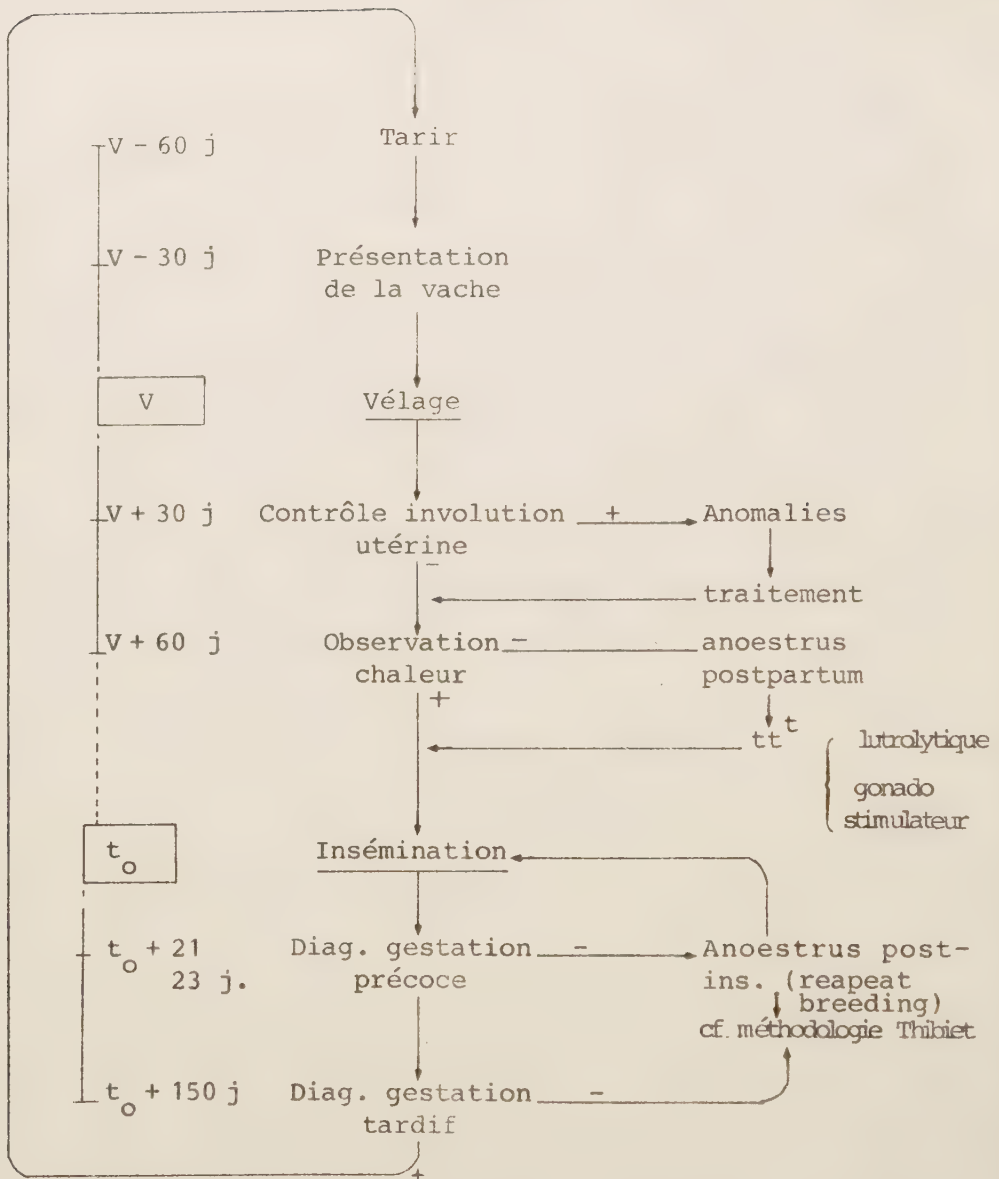
J. Dairy Sci. 53 : 752

l'objet d'examens particuliers destinés à dépister les pathologies causales. Les résultats de cette expérience sont résumés au tableau 12. L'ensemble des paramètres analytiques de la reproduction a été amélioré, en particulier l'intervalle  $[V I_f]$  qui passait de 125 à 105 jours. Ce programme est intéressant à double titre : - d'une part il s'agit par la gestion d'un événement de la reproduction (ici l'insémination) d'améliorer les performances du troupeau - et d'autre part en isolant un groupe de vaches du traitement commun de normaliser leurs performances individuelles qui grevaient auparavant les performances du cheptel.

\*      \*

\*





**Schéma 4** : Le plan d'action vétérinaire intégré de reproduction : le programme P.A.V.I.R.

Le plan d'action vétérinaire intégré de reproduction consiste en la surveillance systématique de la sphère génitale et au traitement des anomalies détectées par l'éleveur ou dépistées par le vétérinaire.

### 2.3. Le vélage

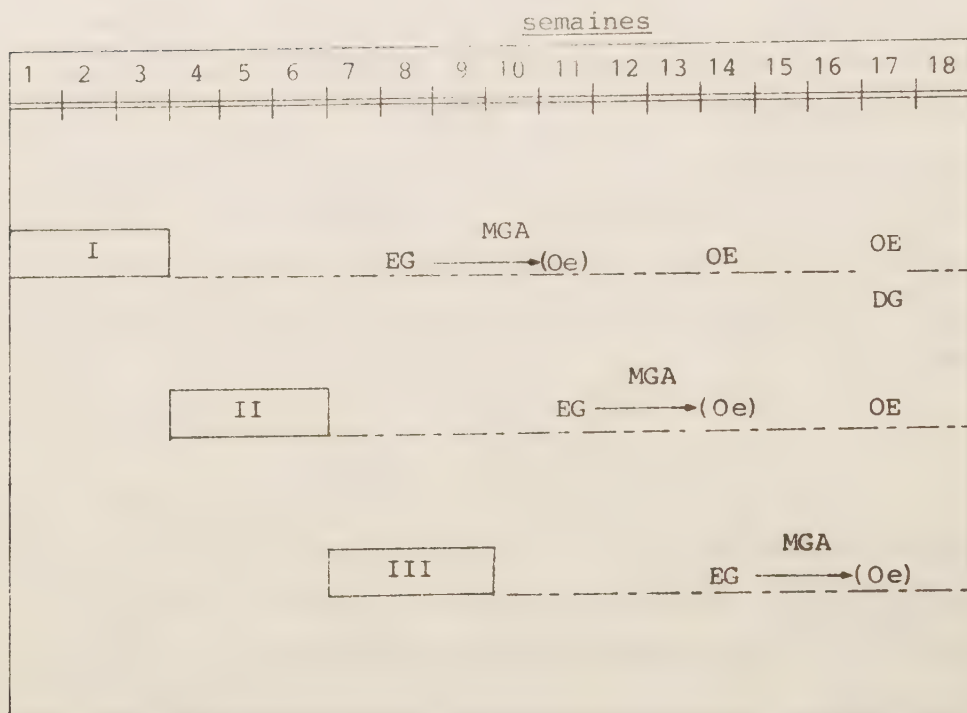
De nombreux auteurs ont souligné que le ou les vélages sont au centre de toutes les analyses de performance de reproduction. Il n'est que de rappeler l'influence de l'intervalle vélage-vélage sur l'appréciation de la conduite du troupeau laitier.

Notre propos n'est pas ici de rappeler les normes sanitaires du vélage et de sa préparation, mais de montrer quels peuvent être les outils de gestion de cet événement essentiel.

\*

En ce qui concerne l'animal individuel tout d'abord ; le vélage s'intègre dans une suite d'opérations qui vont du tarissement préalable au diagnostic de gestation tardif. La **surveillance de la sphère génitale** pendant toute la période péripartum est le seul moyen d'objectiver les anomalies intrinsèques au vélage (dystocie, rétentions placentaires, métrites) ou celles qui retarderont le prochain vélage (retard d'involution, anoestrus, submétrite...). A cet effet, il faut définir la fréquence des examens, leur nature et leur chronologie. La méthodologie de THIBIER [101] résumée dans le programme P.A.V.I.R. (plan d'action vétérinaire intégré de reproduction) précise les caractéristiques de ces examens. La chronologie de ceux-ci est indiquée dans le schéma 4. L'application de ce programme de surveillance et de dépistage précoce impose dans les grands troupeaux des opérations de secrétariat fastidieuses et longues.

Schéma 5 : Le groupement au vélage et la synchronisation des chaleurs : méthodologie 1.  
(BRITT et coll, 1972)



MGA = acétate de melengestrol (\*)

EG = examen du tractus génital

I vélages groupés

Oe = oestrus induits

D.G. = diagnostic de gestion

Toutes les vaches d'un groupe de vélage (de 3 sem. en 3 sem.) sont traitées au progestagène oral entre le 35e et le 55e jours (14 jours de traitement). L'insémination est faite au second oestrus soit en moyenne au 72e jour postpartum.

\* M.G.A. : Acétate de Melengestrol

Ce progestagène oral peut être utilisé pour prévenir l'oestrus ou induire l'oestrus chez les femelles en anoestrus. Dans le second cas, l'administration pendant 14 jours permet d'obtenir l'apparition de l'oestrus et la reprise de l'activité sexuelle 2 à 5 jours après arrêt du traitement.

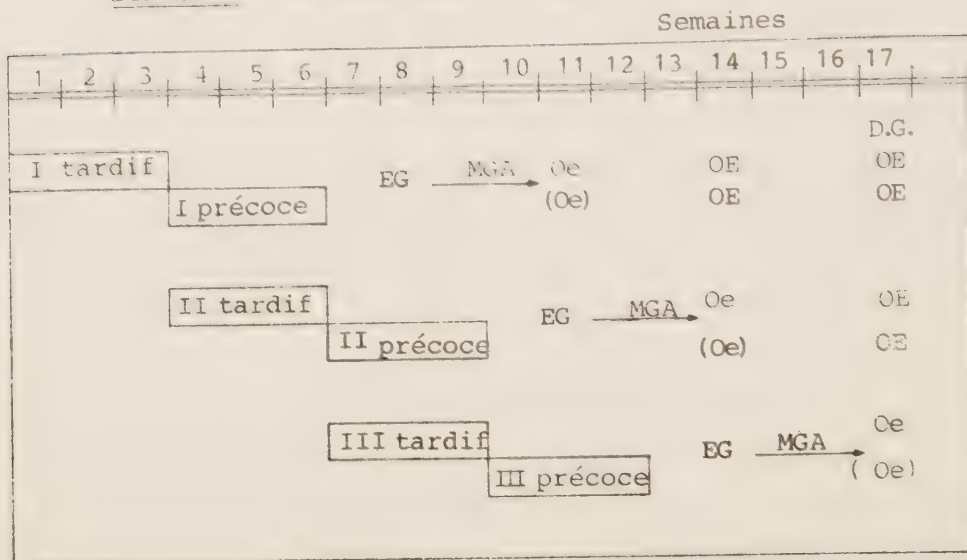
C'est pourquoi ce programme a été informatisé en collaboration avec l'I.N.R.A. (Ferme de Paris-Grignon). Cette méthodologie est encore expérimentale et son application sur le terrain déjà vulgarisée partiellement, présentera l'avantage de rationaliser ce qui auparavant nécessitait des examens au coup par coup souvent trop tardifs.

\*

La saison des vélages est toujours une période très difficile et exigeante. Afin de faciliter l'organisation du travail, voire de produire un lait d'hiver (mieux rémunéré), certains éleveurs souhaitent **grouper les vélages**. Diverses méthodes, basées sur la synchronisation des oestrus par voie médicamenteuse offrent l'outil potentiel.

La première expérimentation de ce type a été réalisée en 1972 par BRITT et coll [19](schéma 5). Les vaches sont groupées de trois semaines en trois semaines relativement à leur date de vélage. Un examen du tractus génital précède l'injection du progestagène. Les vaches de chaque groupe sont traitées au M.G.A. entre le 35<sup>e</sup> et le 55<sup>e</sup> jour postpartum, et sont inséminées en moyenne le 72<sup>ème</sup> jour P.P. Un désavantage majeur de cette méthode est une réussite faible de l'insémination au premier oestrus induit. Par contre la réussite est meilleure au second oestrus que celle au premier oestrus des vaches non traitées. Cette expérience a été complétée par une seconde où chaque groupe de vaches était subdivisé en deux sous-groupes tardifs et précoces, correspondant au

**Schéma 6 : Méthodologie 2 (BRITT, 1972)**



(Oe) = oestrus induits sans service

**I.t** = injection de MGA (36.56 j.P.P.)

**I.p** = injection de MGA (15.35j. P.P.)

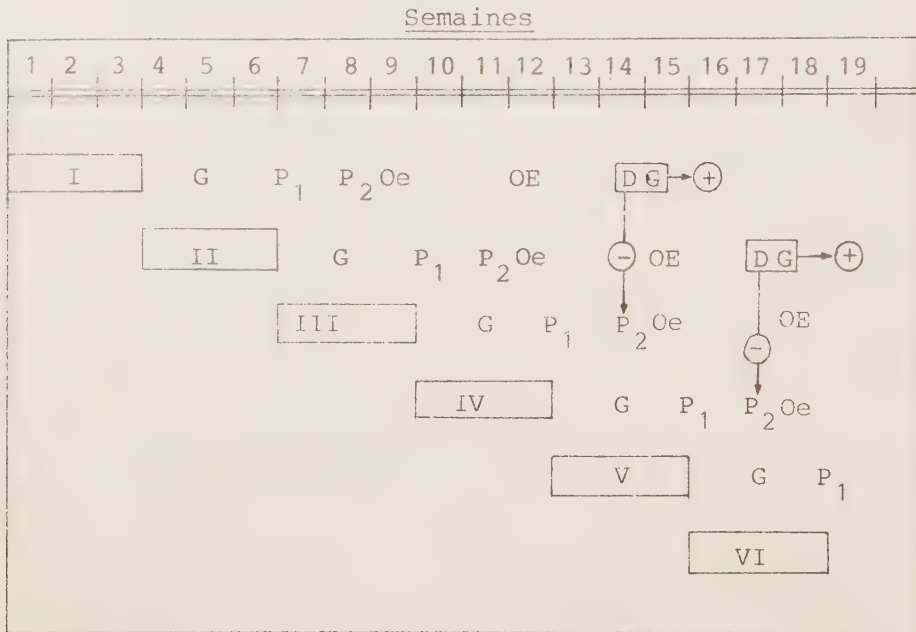
| Résultats de performance      | Traitement au M.G.A. |        |               |
|-------------------------------|----------------------|--------|---------------|
|                               | Précoce              | Tardif | Gr. référence |
| nb de vaches                  | 110                  | 136    | 84            |
| I/F                           | 1,6                  | 1,8    | 2,0           |
| moy [V.I <sub>f</sub> ]       | 89                   | 100    | 115           |
| % gestation en I <sub>1</sub> | 61                   | 49     | 43            |
| Réformées (%)                 | 18                   | 15     | 18            |
| Réformées gestantes           | 71                   | 30     | 22            |

Deux délais de traitement au progestagène ont été choisis : du 15e au 35e j. P.P. (précoce) et du 36e au 56e j P.P. (tardif). L'insémination a lieu au second oestrus pour le groupe précoce et au premier pour le groupe tardif. L'analyse des performances de reproduction des cheptels expérimentaux montre une amélioration de ces performances.

délai d'injection du M.G.A. (schéma 6). Les vaches du premier sous groupe (tardif) étaient traitées au M.G.A. du 36e au 56e jour P.P. et inséminées au second oestrus. Les vaches du second sous groupe (précoce) étaient traitées du 15e au 35e jour et inséminées au premier oestrus induit. L'expérimentation basée sur cette méthodologie a eu les résultats notés à la partie inférieure de la figure 10. Ces résultats montrent qu'il est possible d'améliorer les performances de reproduction en pratiquant un groupement des vélages associé à une synchronisation des oestrus.

L'utilisation de prostaglandines est également possible. BPITT [18] suggère la méthodologie suivante, décrite au schéma 7. Les vaches allotées par groupe de vélage de trois semaines subissent une première injection de GnRH au bout du 12e jour; les 10e et 22e j. suivants, on pratique deux injections de  $\text{PGF}_2\alpha$  et l'insémination a lieu 80 heures après la seconde injection. Les résultats sont comparables à ceux obtenus chez les vaches et génisses non traitées, inséminées 12 heures après le premier oestrus observé. Les vaches qui seront observées en chaleur après l'insémination rejoindront le groupe suivant. Le diagnostic de gestation par palpation rectale est effectué au 35e jour après l'insémination. Les vaches non gestantes rejoindront le groupe qui reçoit la seconde injection de prostaglandine. Un diagnostic de gestation précoce par dosage de la progesterone du lait au 21e jour après l'insémination

Schéma 7 : Méthodologie 3 (BRITT, 1978)



I vaches groupées

G. = traitement au GnRH

P<sub>1</sub> = premier traitement au PGF<sub>2</sub>α

P<sub>2</sub> = deuxième traitement au PGF<sub>2</sub>α

Oe = oestrus induit

D.G. = diagnostic de gestation

⊕ = vaches gestantes

⊖ = vaches vides

La synchronisation des oestrus est ici réalisée par des prostaglandines utilisées pour leur propriété lutéolytique. La gonadotropin Releasing Hormone (GnRH) injectée 12 jours après le dernier vélage du groupe induit un pic de LH (hormone lutéinisante). Les deux corps jaunes successifs sont lysés par les PGF<sub>2</sub>α injectées aux 10<sup>e</sup> et 22<sup>e</sup> jours suivants. L'insémination se fait 80 h suivant la seconde injection de prostaglandine.

permettrait aux vaches décelées négatives de rejoindre le groupe suivant à la deuxième injection de  $\text{PGF}_2\alpha$ . Avec cette méthode de groupage des vélages, les détections d'oestrus et les inséminations sont regroupées sur 3 à 5 jours toutes les trois semaines.

Cette méthode encore expérimentale ne peut se concevoir dans les grands troupeaux sans l'aide d'un outil approprié tel que la gestion informatique de fichiers chargée de sélectionner les animaux et de les répartir dans les groupes adéquats. Un tel outil ne pourra s'appliquer sur le terrain que sur des troupeaux assez importants, où la maîtrise des paramètres d'élevage atteint un niveau suffisant.

\*

Dans certains pays où les conditions d'élevage imposent des saisons de vélage très groupées (pour la pousse de l'herbe par exemple en Nouvelle-Zélande), les éleveurs demandent parfois de provoquer le vélage au moment souhaité. Des corticostéroïdes à action immédiate ou retard, les prostaglandines E et F associées permettent ce type d'artifice. Leur utilisation systématique n'est cependant pas conseillée car ils provoquent des taux de rétention placentaire, des taux de mortinatalité significativement augmentés.

\*

Ces quelques exemples de méthode de gestion du vélage en sont encore au stade expérimental. Leur vulgarisation pourra être le résultat d'un besoin (augmentation de la taille des troupeaux) ou d'une prise de conscience accrue des lacunes zootechniques individuelles (rationalisation des conditions d'élevage). Dans tous les cas, une recherche appliquée sur de plus grandes échelles semble être le préalable indispensable à l'adoption de ces méthodes encore peu répandues.

\*      \*

\*

#### 2.4. La réforme

Elle correspond à la dernière étape de la vie productive d'une vache laitière. La réforme admet diverses origines et elle conditionne la longévité des animaux. Au total, sur un troupeau, elle représente le taux de renouvellement où les vaches éliminées sont remplacées par des génisses aux performances supposées meilleures. Si le **taux de réforme** n'intervient pas dans l'analyse des indices d'efficience individuelle (production laitière par exemple), il doit intervenir dans celle des paramètres calculés au niveau du troupeau ; c'est pourquoi il est classique de séparer dans son calcul, les taux de réforme en fonction des motifs d'élimination.

La **longévité** peut se mesurer à l'âge où sont réformés les animaux, mais aussi par le numéro de la dernière lactation. En France, l'espérance de vie moyenne d'une vache laitière est de 3,6 lactations [27] correspondant à un taux de réforme de 28%. Or la durée optimale d'utilisation d'une vache bonne productrice est de 6 à 7 ans. Ce qui, compte tenu de l'âge au premier vélage (24 mois théoriques) et des intervalles vélage-vélage successifs (12 mois théoriques) amène à un taux de réforme de 20% qui correspond à une longévité de 5 lactations. Ainsi, le taux de réforme mesure non seulement l'efficience économique d'une productrice (nombre de lactations) mais également l'efficience zootechnique (capacité à prévenir des réformes avant l'expression complète des potentialités de l'animal).

Tableau 13 : Les causes de la réforme (BONEWITZ et DUNHAM, 1975).

| Causes de réforme       | % des réformes |
|-------------------------|----------------|
| Production insuffisante | 36             |
| Reproduction            | 23             |
| Troubles de la mamelle  | 18             |
| Autres raisons          | 8              |
| Caractères laitiers     | 6              |
| Accident                | 4              |
| Mort                    | 3              |
| Age avancé              | 2              |

Ce dernier aspect recouvre l'analyse des **causes de réforme** (tableau 13). Elles se répartissent principalement entre des réformes pour faible production , pour des anomalies liées à la reproduction, et pour des pathologies mammaires ; le quart restant est classé sous la rubrique "divers".

Dans des conditions alimentaires et sanitaires optimales, la réforme pour faible production est l'outil essentiel à l'amélioration rapide des productions laitières individuelles (ce caractère étant plus héritable que ceux liés à la reproduction). Elle entre donc en conflit avec la réforme pour des anomalies liées à la reproduction (malgré un taux de corrélation nul entre la production et les performances de reproduction), dans la mesure où la réforme pour "infécondité" n'améliore pas aussi vite les performances du troupeau dans ce domaine (héritabilité faible de ce caractère). Pour réduire la portée de ce conflit, il convient d'analyser plus précisément les réformes liées à la reproduction. L'amélioration de ce paramètre passe par une réforme plus précise : l' "infécondité" ne devrait recouvrir que l'incapacité absolue de se reproduire dans des conditions économiques acceptables. La gestion médicale de ce paramètre sera définie plus loin (cf. § III , 3 ) mais les améliorations potentielles de ce type de réforme sont loin d'être négligeables.

**Tableau 14 :** Corrélations entre la longévité et certains caractères laitiers (NORMAN et VAN ULECK, 1972).

|                                                                              | Indice de corrélation           |                    |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
|                                                                              | lait produit<br>dans tte la vie | n° de<br>lactation |
| Productions cumulées                                                         | 0,35                            | 0,23               |
| Lait de 1ère lactation                                                       | 0,34                            | 0,20               |
| Tous caractères                                                              | 0,30                            | 0,27               |
| Caractères d'élevage<br>(vitesse de traite, d'alimentation, mammite, oedème) | 0,18                            | 0,17               |
| caractères morphologiques                                                    | 0,19                            | 0,16               |
| Caractères de la mamelle                                                     | 0,17                            | 0,15               |
| Productions et caractères<br>cumulés                                         | 0,43                            | 0,35               |

Il existe une autre solution, indirecte celle-là, à la rationalisation des réformes liées à la reproduction. Elle passe par une réforme pour faible production plus précoce. En effet, diverses corrélations peuvent être définies entre les productions laitières selon les âges (tableau 14). L'existence d'une corrélation positive importante entre les paramètres de la première lactation et les lactations ultérieures, permet de penser qu'il est possible d'opérer une première sélection des futures "faibles productrices" dès la première campagne. La définition des critères de cette sélection précoce aura le double intérêt d'opérer une réforme plus économique donc rentable et d'améliorer les marges de réforme ultérieures.

\*

La **prévision du nombre de génisses** de renouvellement nécessaire, est impérative dans les grands troupeaux. APPLEMAN [3] propose le calcul développé au tableau 15. Le nombre de génisses de remplacement théoriquement nécessaire, calculé à partir du taux de réforme global, est pondéré par divers coefficients selon le taux de mortalité des veaux, le taux de réforme des génisses et leur âge au vélage. Cette prévision permet entre autres de rationaliser le nombre de génisses à élever, de planifier les quantités d'aliments nécessaires, etc...

\*

Tableau 15 : Calcul théorique du nombre de génisses de renouvellement (APPLEMAN, 1978).

| Nombre de génisses de remplacement nécessaire                                             |                                |      |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------|--------------------------|
| Taille du troupeau                                                                        | R envisagé                     |      |                          |
|                                                                                           | 25                             | 30   | 35                       |
| 200                                                                                       | 50                             | 60   | 70 0                     |
| 500                                                                                       | 125                            | 150  | 175                      |
| 1000                                                                                      | 250                            | 300  | 350                      |
| Influence du taux de mortalité des jeunes et du taux de réforme involontaire des génisses |                                |      |                          |
| Taux R probable pour les génisses                                                         | 7                              | 12   | 17                       |
| Coefficient de pondération                                                                | 1,08                           | 1,14 | 1,21                     |
| Taux probable de mortalité des veaux                                                      | coefficient de pondération (A) |      |                          |
| Optimiste (10%)                                                                           | 1,20                           | 1,27 | 1,35                     |
| Moyen (20%)                                                                               | 1,35                           | 1,43 | 1,52                     |
| Pessimiste (30%)                                                                          | 1,54                           | 1,63 | 1,73                     |
| Catastrophique (40%)                                                                      | 1,80                           | 1,90 | 2,02                     |
| Influence de l'âge au vêlage                                                              |                                |      |                          |
| Age au vêlage (mois)                                                                      | Coef. de pondération (B)       | Age  | Coef. de pondération (B) |
| 24                                                                                        | 2,000                          | 29   | 2,225                    |
| 25                                                                                        | 2,045                          | 30   | 2,270                    |
| 26                                                                                        | 2,090                          | 31   | 2,315                    |
| 27                                                                                        | 2,135                          | 32   | 2,360                    |
| 28                                                                                        | 2,180                          | 33   | 2,405                    |

|                                              |   |                      |                           |                           |
|----------------------------------------------|---|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| nb de génisses nécessaires au renouvellement | = | nb nécessaire par an | x A                       | x B                       |
| ex : 935                                     | = | 300                  | x 1,43                    | x 2,18                    |
|                                              |   | { élevage 1000 têtes | { 20% mortalité des veaux | { 28 mois d'âge au vêlage |
|                                              |   | { R = 30%            | { 12% R gé-               |                           |

Dans les petits élevages où les taux de réforme oscillent fortement selon les années (conséquence du faible nombre d'animaux à l'inventaire), les motifs de réforme auront la priorité dans l'analyse. Il ne s'agit plus de programmer les réformes mais de les "optimiser". Les conditions de réforme (nature des veaux à naître - état corporel...) offriront également nombre d'analyses où les conséquences économiques de la réforme devront être associées aux conséquences zootechniques.

\*   \*   \*

\*

Tableau 16 : Normes de performance de reproduction d'un troupeau.

|                                    | Théorique | Optimal | Anormal     |
|------------------------------------|-----------|---------|-------------|
| Age à la première lactation (mois) | 24        | 25      | $\geq 2,7$  |
| Intervalle inter-vélage (mois)     | 12        | 12,5    | $\geq 13$   |
| Jours vides (jours) ( $[V.I_f]$ )  | 85        | 100     | $\geq 115$  |
| Services/fécondation (nombre)      | 1,0       | 1,5     | $\geq 1,75$ |
| Réussites en $I_1$ (%)             | 100       | 60      | $\leq 55$   |
| Réussite en $I_2$ (%)              | 100       | 80      | $\leq 75$   |
| Réussite en $I_3$ (%)              | 100       | 90      | $\leq 85$   |

1  
84  
1

d'après William M ETGEN and Paul M REAVES.

"Dairy Cattle Feeding and management"

Sixth Edition

### 3. - LA GESTION DE LA REPRODUCTION

Nous emprunterons à une étude réalisée en Australie, la description de la vache idéale [12] :

"Elle devra être fécondée à 15 mois, véler à 24 mois à un moment favorable pour le travail de l'éleveur. Les vélages se succéderont ensuite tous les 365 jours. Après chaque vélage, elle produira du lait pendant 305 à 323 jours au prorata de son niveau génétique et cela sans être malade. Naturellement, elle fera de 5 à 7 lactations avant de quitter le troupeau. Elle ne sera vendue que pour faible production (considérant qu'un taux de mortalité des adultes de 2% est acceptable). Elle engendrera un bénéfice maximal par rapport au lieu d'élevage. Enfin, elle ne fatiguera pas l'éleveur par des exigences anormales !..."

Les normes de performance d'un troupeau sont indiquées au tableau 16. Ces normes doivent être envisagées en toute relativité car n'y entrent actuellement que 10% des élevages français contrôlés (67000 élevages laitiers sur 500 000 selon l'ITEB). Ce fait démontre les limites inhérentes à des bilans "statiques" qui doivent être complétés par des assistances techniques et pluridisciplinaires. "Lorsque tous les clignotants sont au rouge, il n'est pas facile de raisonner l'ordre dans lequel il faut les éteindre, ni quelles pièces changer et quand".

La gestion de la reproduction devra préciser cette chronologie et définir des programmes d'action adéquats.

La gestion de la reproduction consiste donc à fixer des objectifs clairs et limités aux améliorations envisagées d'un état préalablement analysé. La reproduction est le principal outil à l'amélioration génétique des populations ; elle peut être aussi le lieu à la rationalisation des productions. L' "adaptabilité" et la "rusticité" sont deux caractères où les performances de reproduction trouvent leur principale origine, mais que la sélection génétique actuelle a provisoirement abandonnés (car trop subjectifs). La sélection intuitive des meilleurs géniteurs était le fruit d'un raisonnement empirique qui préférait l'équilibre entre un milieu imposé et un animal sélectionnable alors que la sélection actuelle aboutit à un animal imposé à un milieu perfectible. Cet état impose donc des normes de performance de plus en plus draconiennes, dont la gestion croît en précision et en complexité.

\* \*

\*

# CHAPITRE III

## LA GESTION MEDICALE

### LA PATHOLOGIE DE SYSTEME

#### 1. LE CONTROLE DES MAMMITES

Définition

Le taux d'infection

Programme de contrôle

Epidémiologie

#### 2. LA PERIODE PERIPARTUM

La période prépartum

Le vélage

La période postpartum

Les troubles de la reproduction

#### 3. DE LA MEDECINE PREVENTIVE A LA VISITE PROGRAMMEE



## LA GESTION MEDICALE

Contrairement à la gestion de la reproduction où chaque anomalie de performance se traduisait par des manques à gagner, dans le domaine de la pathologie infectieuse, les pertes sont directes et observables. Mais là aussi, la notion de maladie a été étendue à la définition de vastes **syndromes** : syndrome de la vache grasse, syndrome de la vache couchée, etc. La pathologie de la vache laitière à haute production ajoute encore à la difficulté rencontrée pour définir une maladie par une description clinique précise et universelle. Ces maladies de l' "intensification des productions" obligent à orienter le traitement davantage vers une amélioration des conditions d'élevage que vers une intervention médicamenteuse, ponctuelle et symptomatique. Apparaît ici le concept de la "**pathologie de système**" dont l'importance est croissante dans les élevages intensifs. Cette pathologie de système est globalement synonyme de pathologie d'appareil et chaque symptomatologie est aussi polymorphe que discrète. L'exemple des "troubles de la reproduction" est à cet égard significatif : une vache fécondée aux 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> services n'exprime par là que peu de symptômes cliniques sur une période courte (période postpartum) mais elle fera perdre à l'éleveur plus qu'une métrite dépistée tôt et soignée énergiquement. Dans le cadre d'une

politique d'amélioration systématique des performances, ce type de pathologie sera le dernier à apparaître au fur et à mesure des progrès zootechniques, mais il sera également le plus difficile à maîtriser, voire impossible à faire disparaître. Ce type de pathologie n'admet pas de frontières scientifiques, il participe de toutes les spécialités qui gravitent autour de l'animal : zootechnie - alimentation - génétique - médecine vétérinaire... Il nécessite plus une "gestion de la santé" qu'un acte thérapeutique classique, gestion étayée par un plan d'actions concertées entre les spécialités citées, plan systématique, ininterrompu et économiquement adapté.

\*

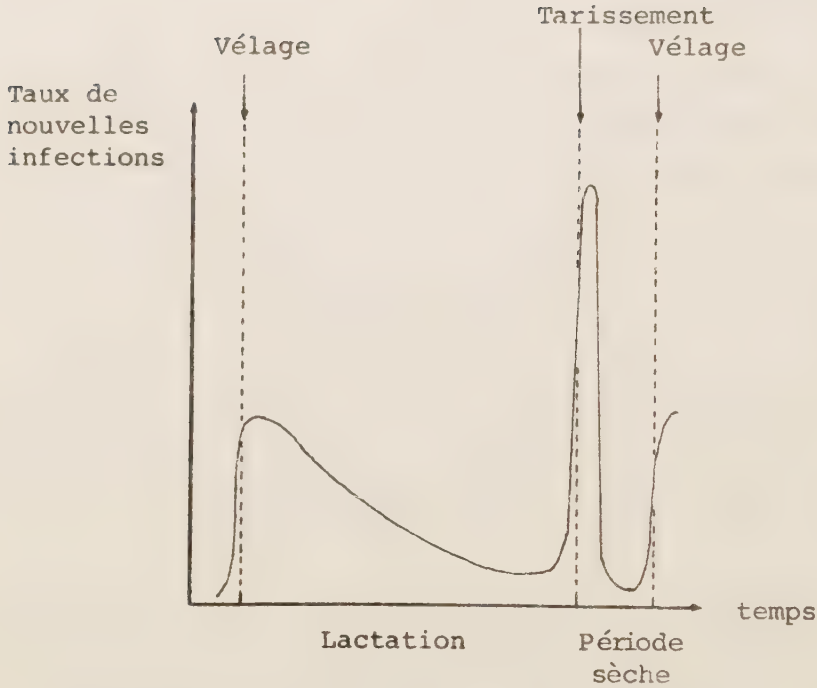
#### 4.1. Le contrôle des mammites

Une **mammite** est une inflammation d'étiologie bactérienne de la glande mammaire. Son importance dans le quotidien d'un cheptel de vaches laitières est double ; malgré la découverte des antibiotiques il y a 30 ans, sa fréquence est sensiblement constante, confirmant par là l'improbabilité de son éradication et les limites du seul traitement antibiotique. Le **coût** de cette pathologie a été estimé à 700 kg de lait par vache et par an. La seule infection d'un quartier peut réduire la production de lait de 10 à 12% sur une lactation [82]. Certains auteurs ajoutent que c'est la maladie la plus chère de la vache laitière.

MURPHY [71] définit ainsi les principales **caractéristiques** de la maladie :

1. Les germes responsables peuvent être classés en quatre catégories : streptocoque agalactiae, autres streptocoques, staphylocoques mammaires, et autres. En complément, il suggère trois degrés d'intensité : négatif - subclinique - clinique - degrés valables pour les quatre catégories.
2. Le typage (diagnostic) de l'organisme causal ne peut se faire qu'en laboratoire.
3. Les trois stades cliniques n'ont pas la même fréquence dans chaque catégorie de germe.
4. Cliniquement, l'intensité de la maladie varie dans le temps et dans l'espace.
5. Les différents germes ont différentes virulences (shedding characteristics).
6. Strep. agalactiae se distingue des autres par sa seule localisation mammaire. Tous les autres existent dans le milieu.
7. La fréquence des maladies subcliniques l'emporte sur la fréquence des maladies cliniques.

La **chronologie** (schéma 9 au centre) de l'infection est la suivante : un animal réceptif (sensibilisé) vient au contact avec les germes et s'infecte. A ce stade, seule l'analyse en laboratoire le détectera. Une fois infectés, 40% seulement des quartiers extérioriseront une maladie clinique (CASSEL, 1978 cité par [74]). Le taux de nouvelles infections sera plus



**Fig. 7 :** Fréquences des nouvelles infections de la mamelle  
au cours du cycle reproductif  
(NATZKE, 1981)

La fréquence de nouvelles infections de la mamelle est plus grande au cours de la période suivant le vélage et en début de tarissement. Dans le premier cas, la prévention fait appel à l'hygiène de la traite ; et dans le second, au traitement systématique au tarissement.

grand avec les germes du milieu qu'avec Staph. aureus ou même Strep. agalactiae. Ce taux varie également avec le temps. La figure (7) montre que la fréquence des nouvelles infections est plus importante pendant la période sèche. Leur nombre est aussi important que pendant la lactation. Cette répartition des processus infectieux conduit à envisager un traitement clinique et occasionnel en lactation et un traitement systématique hors lactation destiné à contrôler les mammites subcliniques. L'intérêt théorique de ces traitements est à envisager selon leur coût, et surtout selon leur efficacité.

Pour des raisons pratiques, les résultats d'un programme de contrôle des mammites se mesurent aux taux d'infection (% de vaches ou de quartiers infectés). Au niveau du troupeau ce taux admet deux paramètres : - la durée de l'infection - et le taux de nouvelles infections. DODD [34] exprime par les deux équations suivantes la **cinétique** de l'infection.

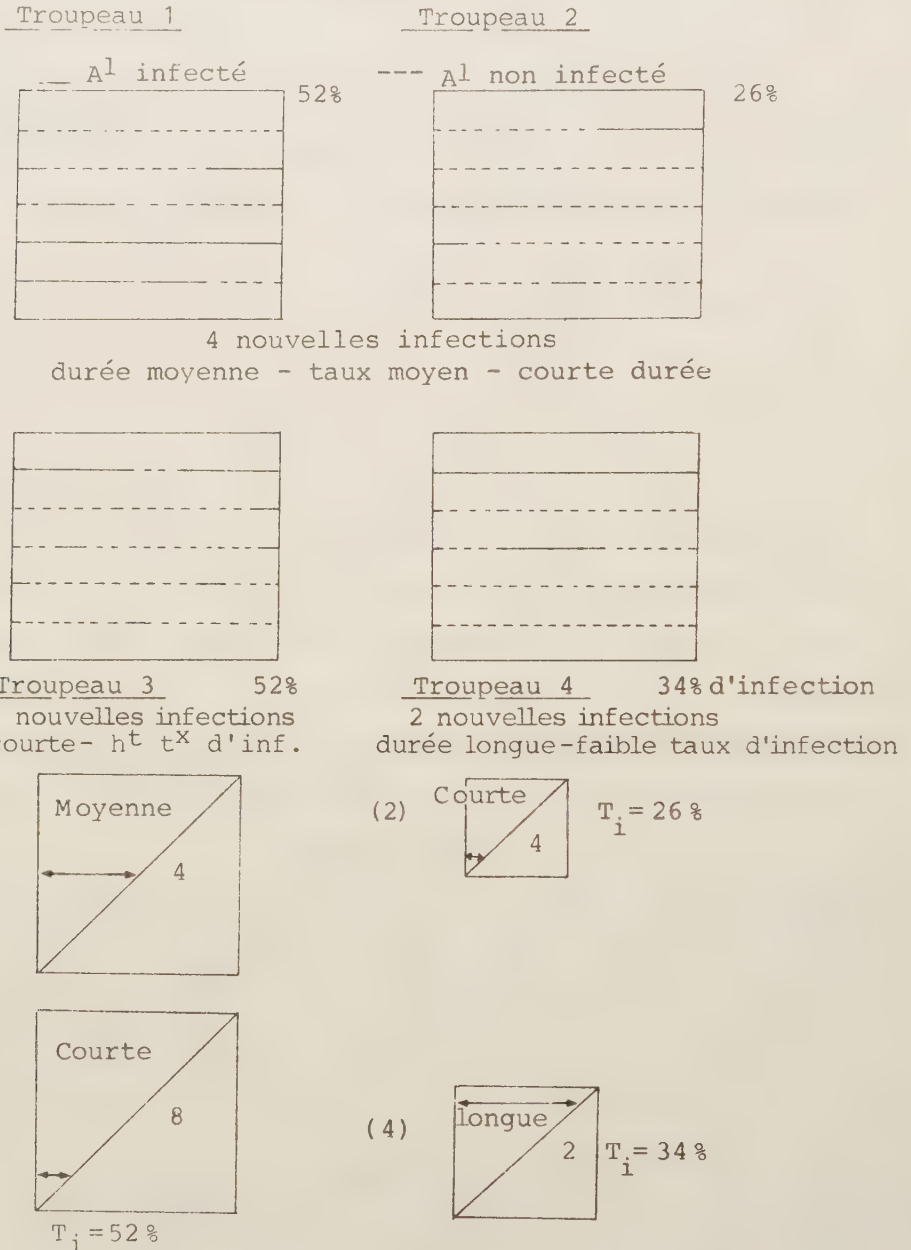
$$(1) \quad \left[ \begin{array}{c} \text{taux moyen} \\ \text{d'infection} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{total des vaches} \\ \text{infectées pendant} \\ \text{l'intervalle} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{c} \text{durée moyenne} \\ \text{de l'infection} \end{array} \right] \times 100$$

(% de vaches infectées)                      (% des vaches)                      (% de l'intervalle)

$$(2) \quad \left[ \begin{array}{c} \text{total des} \\ \text{vaches infec-} \\ \text{tées pendant} \\ \text{l'intervalle} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{vaches infectées} \\ \text{au début de} \\ \text{l'intervalle} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{vaches con-} \\ \text{tractant l'in-} \\ \text{fection au cours} \\ \text{de l'intervalle} \end{array} \right]$$

(% des vaches)                      (% des vaches)                      (% des vaches)

**Schéma 8 :** Influence de la durée de l'infection de la mamelle et du taux de nouvelles infections sur le taux d'infection du troupeau (NATZKE, 1981)



Le taux d'infection du troupeau (surface inscrite dans chaque rectangle) est proportionnel au nombre de nouvelles infections (triangle inscrit inférieur droit et chiffre indiqué) et à la durée moyenne des infections (longueur de la flèche inscrite dans le triangle supérieur gauche). Tout programme de contrôle des mammites doit s'intéresser à l'un des deux paramètres.

Cette description mathématique de la cinétique des infections au niveau du troupeau est illustrée au schéma 8. Les troupeaux 1 et 2 ont le même taux de nouvelles infections, mais une durée d'infection double pour le troupeau 1 détermine un nombre de vaches infectées double. Un taux d'infection élevé dans le troupeau 3 combine une durée d'infection courte et un taux de nouvelles infections élevé. Le troupeau 4 est dans une situation sanitaire intermédiaire avec un taux d'infection moyen mais une durée assez longue des infections. L'intérêt d'une telle méthode d'analyse d'une pression infectieuse (ici les mammites) est double : - au niveau de la description d'un état sanitaire où le calcul permet le positionnement sur une échelle de normes (calculées par moyenne ou admises par théorie) - au niveau de l'élaboration ou du contrôle d'un programme de lutte, elle permet de déterminer les postes où l'amélioration sera la plus rapide. Dans cet exemple, nous pouvons déduire l'efficacité plus grande réalisable par la diminution de la durée de l'infection (facteur multiplicatif) que par la prévention de nouvelles infections (facteur additif).

\*

Un **programme de contrôle** des mammites devrait donc au niveau individuel s'attacher à diminuer la durée de l'infection et à **prévenir de nouvelles infections**. Des études réalisées au "National institute for Research in Dairying" (N.I.R.D.) [34] ont démontré que probablement 40% des nouvelles infections seraient

dues à des infections croisées (de quartier à quartier sur un même animal). Des améliorations techniques qui n'entrent pas dans le cadre de cet exposé ont été réalisées à cet effet (système anti-retour du lait, notamment). La transmission inter-animal est difficile à maîtriser. La solution théorique mais coûteuse consisterait en une pasteurisation (traitement thermique) des gobelets trayeurs entre chaque animal. La maîtrise sanitaire du milieu (propreté des zones de stabulation, etc...) passe par des choix de matériaux (litière, surface) et par des rotations des surfaces de séjour qui sont autant de recherches potentielles d'amélioration.

Complémentaire à ce qui précède, la **réduction de la durée de l'infection** est rendue possible par différentes méthodes.

La guérison spontanée n'a lieu que sur 10 à 30% des quartiers infectés [73]. La marge d'amélioration est encore grande mais insuffisante à elle seule.

La réforme est également un outil potentiel d'amélioration du niveau sanitaire du troupeau. Des données des DHIA (Dairy herd improvement association) ont montré que dans les troupeaux américains le taux de réforme pour mammite oscillait de 9 à 17%. NATZKE [73] indique que par rapport à la production laitière ( $h^2 = 0,25$  à  $0,30$ ), l'hérédité des mammites est deux fois moins importante. Les progrès réalisables par des réformes seront donc très lents. A cela, il faut ajouter que les mammites ne sont pas corrélées

avec la production laitière (op. cit.). Cette affirmation mériterait d'être discutée du fait de la complexité des analyses nécessaires. Le choix des vaches à réformer n'est pas aisé : si priorité est faite aux vaches infectées (au lieu des vaches à faible production), les taux d'infection et le nombre de cas cliniques diminueront mais la production laitière stagnera, d'où un tassement partiel des revenus de l'éleveur. Il importe donc de définir un équilibre économique optimal entre les motifs de sélection des vaches à réformer.

Le traitement des vaches au tarissement est jusqu'à présent le moyen le plus efficace de juguler les infections dans le cadre d'un contrôle des mammites. On admet classiquement qu'un tel traitement blanchit la moitié des quartiers. Seules les méthodes mises en oeuvre prêtent à discussion. Un traitement systématique (au tarissement) peut être appliqué à toutes les vaches ou à certaines. POUTREL et RAINARD [88] suggèrent le California Mastitis Test (C.M.T.) comme base de sélection. Le traitement n'étant appliqué que sur les seuls quartiers infectés dont le niveau d'infection a été testé 8 semaines avant le tarissement. L'économie ainsi réalisée autorise la systématisation de cette méthode selon les auteurs. La qualité du traitement (composition - délais et voie d'injection...) est également un paramètre d'efficacité et son étude prête à de nombreuses recherches.

Le traitement en lactation est d'un impact économique non négligeable (perte totale du lait) ;

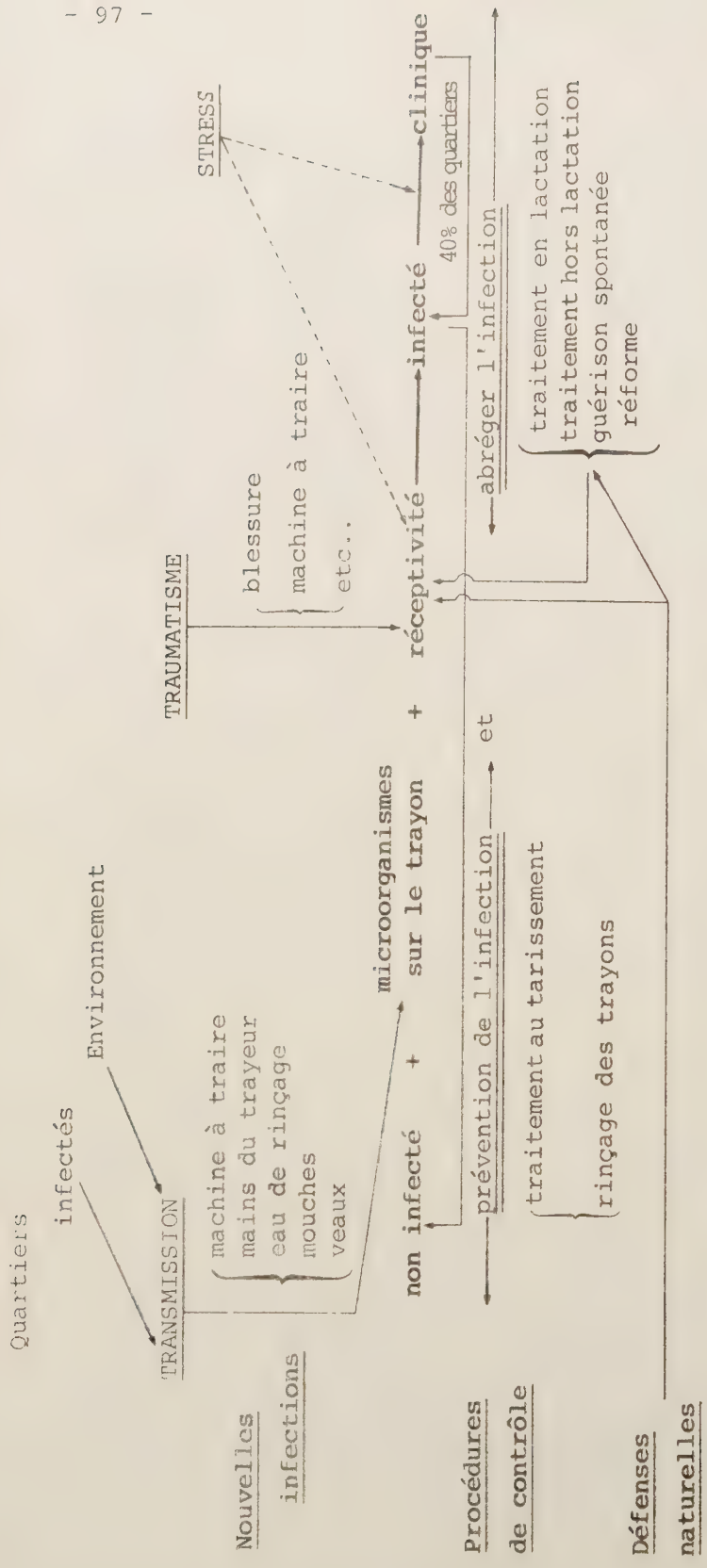


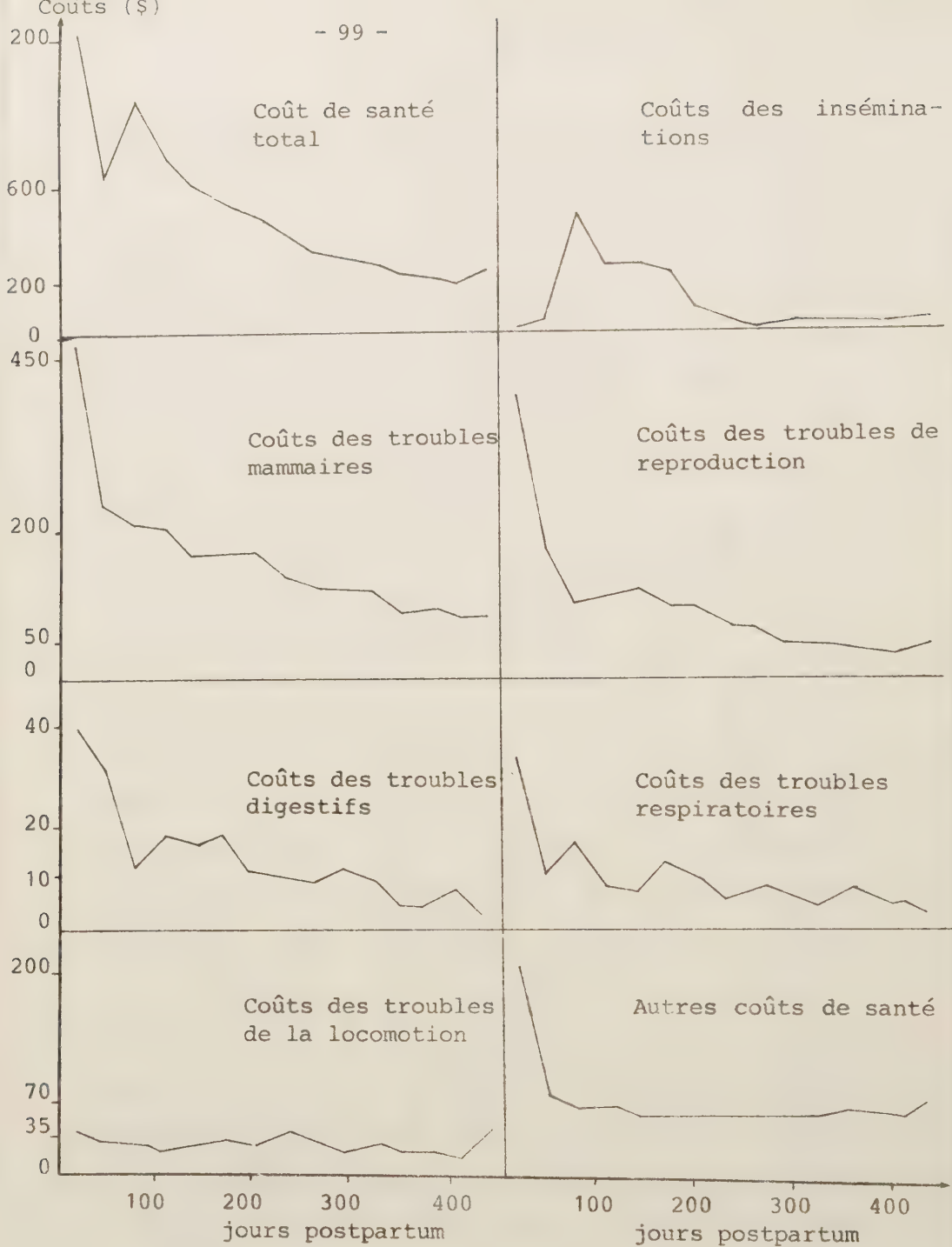
Schéma 9 : Le mécanisme de l'infection de la mamelle : épidémiologie et procédures de contrôle (NATZKE, 1978)

L'épidémiologie des mammites comporte l'étude des germes responsables, des causes favorisantes et déterminantes de l'infection et du retour à la normale. Les procédures de contrôle voient leur précision complétée par la connaissance des mécanismes de l'infection.

son efficacité est variable selon les germes et les médicaments utilisés. Il ne pourra dans les conditions habituelles s'appliquer qu'aux 40% des quartiers infectés cliniques. Avec des méthodes de dépistage plus élaborées: - comptage cellulaire malgré sa faible signification ( $c=0,50$  avec le pourcentage de quartiers infectés) - California Mastitis Test - Wisconsin Mastitis Test, le traitement peut s'étendre à tous les quartiers infectés subcliniques. Mais cette efficacité théorique ne peut être retenue eu égard à l'impact économique d'un tel traitement.

Le schéma 9 résume ce qui précède et développe certains aspects complémentaires mais non traités concernant l'étiologie des nouvelles infections (partie supérieure) et les outils potentiels d'un programme de lutte contre les mammites (partie inférieure). Les programmes élaborés en Angleterre [35], en Israël, en Australie [10] et aux U.S.A. sont centrés sur le contrôle des mammites appelé T.D.D.C.T. (Teat dip dry cow therapy) qui associe le rinçage des trayons avec une solution antiseptique et un traitement au tarissement. Le but recherché est de réduire le taux d'infection à moins de 8% des quartiers.

Cette méthodologie impose de tarir les vaches à date fixe donc de conserver les dates de fécondation et de calculer les dates de vélage. La recherche d'un programme optimal de lutte contre les mammites impose de calculer les conséquences économiques de telle ou telle partie du programme. Divers modèles ont été traités par ordinateur [82] et les concepts généraux des programmes de lutte définis plus haut en découlent.



**Fig. 8 :** Distribution des coûts des maladies dans la période postpartum

(SHANKS , FREEMAN, DICKINSON, 1981)

L'analyse de la répartition des coûts de santé pendant la lactation, démontre l'importance de la période postpartum. Les pathologies mammaires, digestives et respiratoires, de même les anomalies liées à la reproduction sont l'essentiel des coûts enregistrés au cours de cette période.

#### 4.2. La période péripartum

Cette période est essentielle dans le profil économique de la vie d'une vache laitière (vélage, fécondation, pic de lactation). SHANKS et FREEMAN [94] ont réalisé une étude de la répartition des coûts de santé dans l'intervalle vélage-vélage. La figure 8 rapporte les courbes de répartition des coûts de différents troubles : troubles mammaires - digestifs - locomoteurs - respiratoires - de la reproduction ; ainsi que les coûts d'insémination et les coûts cumulés. Cette étude souligne l'importance des 30 premiers jours postpartum : période où la vache amorce puis accroît une production laitière et doit en plus recouvrer un état reproductif permettant une fécondation précoce.

Nous ne développerons que peu les mécanismes d'apparition des maladies mais préciserons les actions à entreprendre afin de minimiser les risques de pathologies.

La période **prépartum** se gère davantage au niveau du planning alimentaire. Il s'agit de ne pas engraisser l'animal mais de restaurer ses réserves physiologiques. Dans le cas contraire, l'on assistera à un ensemble d'événements pathologiques regroupés sous le nom de "syndrome de la vache grasse".

\*

Le **vélage** est un événement à haut risque dans la conduite du troupeau. Deux impératifs essentiels retiennent l'attention : éviter toute infection de

l'utérus et minimiser la mortinatalité. Les normes hygiéniques du vêlage sont bien connues et nous n'en rappellerons que les principales composantes. Quelques jours avant la date prévue du vêlage, les vaches sont isolées de leurs congénères et sont l'objet d'une surveillance étroite. Le travail du part dure approximativement 12 heures chez la vache (contre 6 heures chez la génisse). Ce n'est qu'au delà de ces délais que la vache doit être examinée, examen pratiqué selon des normes hygiéniques minimales (gants et désinfectant - lavage du périnée, etc.). Un taux de mortinatalité de 4 à 5% [85] semble être la norme admise. L'intervention obstétricale sera d'autant plus efficace et de peu de conséquences sur la reproduction future, qu'elle sera précoce.

\*

La **période postpartum** (s.l.), transition entre la "retraite" et la "vie active" chez la vache laitière, est marquée par un transfert de "responsabilité" souvent difficile entre l'utérus (siège de la gestation) et l'ovaire (qui recouvre une activité cyclique mise sous silence durant la gestation). Nous bornerons cette période à l'intervalle séparant le vêlage de la première chaleur détectée. Il est en effet plus logique de traiter l'intervalle (première chaleur détectée - insémination fécondante) dans le chapitre "gestion de la reproduction".

La période envisagée commence par l'involution utérine. L'involution est un processus complexe de régénération cellulaire, tissulaire et de modifications

de la microflore utérine. Elle s'extériorise macroscopiquement par l'expulsion des enveloppes foetales ou délivrance, phénomène qui, s'il tarde à se faire, est appelé rétention placentaire. Dans certaines évolutions pathologiques, la microflore utérine est anormale ; ce phénomène se manifeste cliniquement par une métrite (ou inflammation de l'utérus) dont l'intensité est variable. La rétention placentaire atteint 10 à 12% des vaches [85][64] en l'absence de toutes maladies infectieuses et avec un vélage normal (non dystocique ou non provoqué). L'étiologie de cette rétention est mal connue : sont incriminés aussi bien la température ambiante, les croisements de race, diverses carences alimentaires. La supplémentation en vitamine E, Se, vitamine A s'est révélée être un moyen préventif efficace. Les enveloppes foetales sont le milieu idéal à un développement anarchique de la flore bactérienne. Deux types de traitement sont possibles et partagent les opinions des cliniciens : une délivrance manuelle (désengrènement des cotylédons et expulsion manuelle) ou un contrôle antibiotique de la flore (avec éventuellement une digestion enzymatique in-situ). Des études récentes ont démontré les dangers d'une délivrance manuelle : porte d'entrée aux germes, chute du taux de conception en première insémination... Sous couverture antibiotique, la délivrance s'effectue dans les conditions normales dans un délai de 7 à 10 jours [64].

L'involution utérine demande un délai de 30 à 50 jours pour une régénération cellulaire complète.

A la palpation rectale, l'utérus recouvre un état normal 25 à 30 jours après le part. Le délai est raccourci chez les génisses et significativement allongé dans le cas d'une pathologie utérine. Une métrite est difficilement séparable des décharges physiologiques de lochies. Sauf cas extrême, une métrite associe une flore bactérienne anormale et une pathogénicité. Seule la pathogénicité oriente le clinicien dans son diagnostic. Une odeur anormale et une décharge de pus signent une métrite clinique. Entre le normal et le pathologique, se situent des types de métrites habituellement codifiés. Le contrôle de ces métrites est d'une grande importance pour les performances de reproduction ultérieures. Le cas des "repeat breeders" (vaches à cycles normaux qui ne prennent pas les inséminations) serait dû en grande partie à ces cas de métrite de pathogénicité faible ou moyenne. L'instillation de solution d'antibiotiques et d'antiseptiques dans l'utérus, 24 heures après l'insémination (après vérification de l'existence d'une ponte ovulaire par palpation rectale) serait une méthodologie possible de contrôle de ce type de métrite. L'intérêt d'un dépistage précoce par fouille rectale systématique 25 à 30 jours après le vêlage et d'un contrôle des métrites de faible pathogénicité semble à l'heure actuelle généralement reconnu.

Parallèlement à l'involution utérine, les ovaires reprennent une activité cyclique normale. Le premier cycle tant attendu pour une reprise de la gestation, souffre beaucoup d'anomalies dont la principale conséquence est l'allongement de l'inter-

valle vélage-vélage. Pour mettre en évidence l'activité de (s) l'ovaire (s), le clinicien dispose des méthodes suivantes : palpation rectale, détection visuelle de l'oestrus, dosages hormonaux dans le sang ou le lait, examen du mucus vaginal. D'après certaines études [70], il ne faudrait attendre que 5 à 10 jours après le vélage, pour déceler par fouille rectale le développement d'un follicule sur l'ovaire. Dans d'autres cas, ce délai oscille entre 15 et 35 jours respectivement après un vélage "normal" et un vélage "anormal". Mais très fréquemment le premier oestrus est souvent silencieux (la détection visuelle est alors incapable de l'enregistrer). Le dosage de progestérone sérique confirme la précocité d'un premier cycle. Toutes méthodes de détections confondues, le premier oestrus a lieu entre 12 et 56 jours [47]. L'activité ovarique peu après le vélage, activité détectée par des méthodes d'investigation sophistiquées, est souvent qualifiée d'erratique [op. cit.]. La précision d'une détection visuelle, compatible avec les délais d'involution utérine, tributaire du temps passé à l'observation, semble justifier l'importance essentielle accordée au taux de détection visuelle des chaleurs dans la conduite d'un troupeau laitier.

x

La période péripartum s'achève avec l'insémination fécondante, période marquée par les **troubles de la reproduction**. Sous cette expression se cachent des pathologies très polymorphes. Elles ont toutes

pour conséquences des retards de fécondation. L'étiologie essentielle de ces troubles est un dysfonctionnement ovarien. 30 à 50 jours après vélage [68], les vaches ont des cycles réguliers avec une activité ovarienne redevenue normale. Au delà de ce délai (à la condition d'un système de détection des chaleurs efficace), la pathologie ovarienne est probable (dans l'hypothèse d'un contrôle des métrites). L'outil potentiel pour contrôler ces troubles ovariens est la thérapie hormonale. Cette thérapie a été décrite par THIBIER [101] selon des méthodologies qui associent différents traitements selon les diagnostics posés après examen. Ces protocoles thérapeutiques doivent être intégrés dans des programmes de contrôle qui embrassent l'ensemble des principales pathologies de la période péripartum.

\*      \*

\*

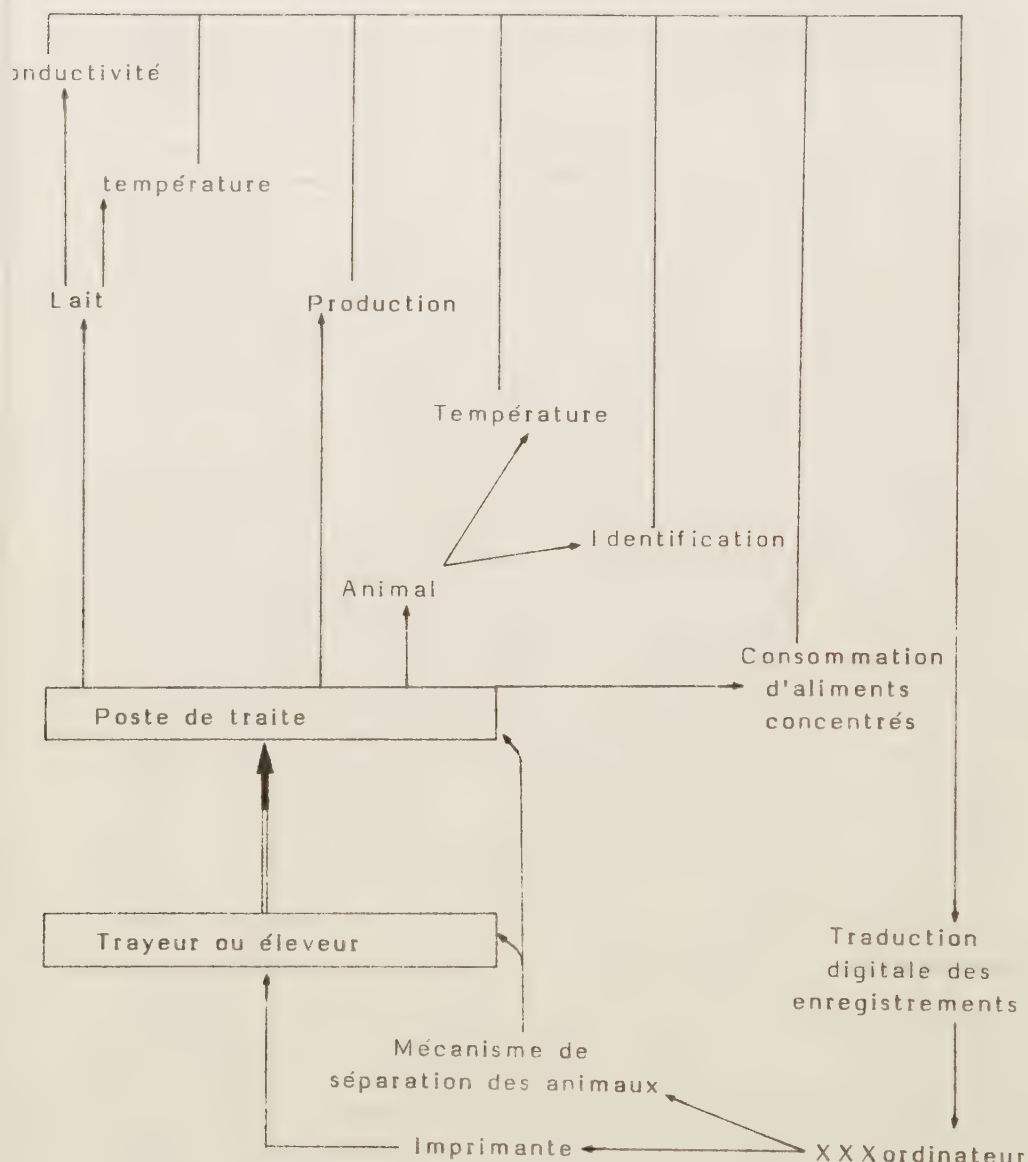
### 3. - DE LA MEDECINE PREVENTIVE A LA VISITE PROGRAMMEE

La visite du vétérinaire dans une exploitation est souvent motivée par une pathologie. Dans une perspective de rentabilité, la notion d'**acte thérapeutique** a été étendue ; se sont ajoutées à la responsabilité de pathologiste, les responsabilités d' "éco -zootechnicien" [14] : les coûts et l'organisation des formes de travail ont été discutés.

A cet effet, deux méthodes complémentaires s'offrent au clinicien. Il peut contrôler l'apparition des maladies par des procédés biologiques de prévention, mais également minimiser l'impact économique de troubles liés à un état de "contrainte" chez l'animal. Il s'agira alors de hiérarchiser économiquement les troubles, définir plus largement leur épidémiologie et aussi de produire un plan apte à les dépister, les traiter et donc, à les contrôler. Cette séparation purement didactique procède de la même approche : il est question de gérer un déséquilibre existant, déséquilibre produit par l'évolution actuelle de l'élevage regroupée sous le terme "d'intensification des productions [90] en élevage hors-sol".

Deux niveaux de dépistage se succèdent dans la genèse d'une pathologie individuelle. En premier, il y a l' "œil" de l'éleveur : l'expérience lui permet d'isoler la vache malade de ses congénères ; l'éleveur la traite, attend ou la fait traiter mais dans tous les cas, c'est l'étape primordiale à l'efficacité de l'acte thérapeutique. Dans une recherche

**Schéma 10** : Application du concept de "management by exception"  
(PUCKETT, 1980)



A l'aide de mécanismes de surveillance et d'enregistrement, il est possible de sélectionner l'animal qui sort de normes définies. La conduite du troupeau se basant sur cette méthode est assimilée au concept de "management by exception" qui se développe dans les très grands troupeaux.

de productivité toujours accrue et face à des cheptels de grande taille, cette étape souffre beaucoup d'insuffisances volontaires ou non. Des études américaines [89] et hollandaises [21] ont été réalisées afin de mécaniser (automatiser) cette étape. Un matériel informatique (schéma 10) chargé d'enregistrer, de contrôler et d'analyser différents paramètres (développés auparavant), isole la vache anormale des vaches normales définies dans le programme. Cette surveillance du troupeau appelée "management by exception" [45][89] décharge l'éleveur de la responsabilité de dépistage, le laissant libre aux seules opérations de traite. Cette innovation technologique semble être le tribut à payer à l'augmentation de la taille des troupeaux si l'on se réfère au nombre d'appareils déjà vendus dans les pays étrangers.

Si cette première étape se déroule sans l'intervention du vétérinaire, la seconde consiste en l'acte thérapeutique. Dans le cadre d'une "pathologie de système" définie plus haut, l'acte thérapeutique possède les caractères suivants : programmé, systématique et divers. Programmé car il aura lieu à des moments prévus de la lactation, systématique car il s'appliquera à toutes les vaches du troupeau et divers car il intéresse plusieurs fonctions de la vache laitière et donc susceptible de dépister plusieurs anomalies. A titre d'exemple, les tableaux 17 et 18 développent le type d'exams pratiqués. Les visites programmées selon le tableau 18 ont fait l'objet d'une expérimentation sur le terrain. Les résultats de cette étude australienne (1978) qui a

Tableau 17 : Exemple 1 d'une visite programmée  
(CRIPE, 1978)

+ fréquence : 2 visites par mois

+ objet :

- diagnostic de gestation précoce  
vaches inséminées depuis 35 à 45 j,  
sans chaleurs détectées.
- examen postpartum :  
25 à 35 j. P.P. pour vérifier l'involution  
utérine, dépister les infections utéri-  
nes ou vaginales ;  
diagnostic à enregistrement codifié
- examen des "retards de fécondation"  
vache à 3 IA ou plus sans fécondation  
cycles anormaux (anoestrus ou polyestrus)
- cas de rétention placentaire :  
fouille et traitement 72 h après vélage  
ex. systématique pour vélage gemellaire
- avortement :  
visite d'urgence - examen de laboratoire

Tableau 18 : Exemple 2 d'une visite programmée  
(BLOOD, 1978)

+ fréquence : 1 fois par mois

+ objet :

- oestrus non détecté dans un délai de 49 j.  
sans insémination préalable
- diagnostic de gestation : manuel  
49 jours au moins après un service
- défaut de conception : vaches
  - . à 180 j. P.P. avec D.G. -
  - . à 3 IA ou plus
- examen au tarissement : dans le mois précédent - échantillon de lait pour dépistage des mammites
- examens particuliers :
  - endométrite; contrôle ou suspicion
  - vaches nymphomanes
  - diagnostic de gestation supplémentaire et/ou d'avortement
  - vaches sans enregistrement depuis 6 mois
- examen postpartum :
  - 17 à 48 j. après un vélage anormal.

duré dix ans et porté sur 1200 vaches-an sont très révélateurs. En ce qui concerne les performances de reproduction, les auteurs ont obtenu un gain moyen de 24 et 27 jours sur les intervalles  $[V-I_f]$  et  $[V-V]$ . La période de tarissement est passée de 117 à 97 jours [11]. Le programme de contrôle des mammites [10] comprenant un rinçage des trayons et un traitement au tarissement sélectif (grâce au C.M.T.) confirme les résultats développés au paragraphe 4.1. L'analyse de l'incidence des différentes pathologies a permis une étude épidémiologique approfondie [13] qui a confirmé l'importance de l' "infécondité" et des mammites dans la gestion médicale d'un cheptel de vaches laitières.

\*

Cette "nouvelle" forme de médecine est fortement conditionnée par l'évolution des rapports entre éleveurs et vétérinaires. La recherche conjointe de nouvelles structures est l'alternative à la "dégradation" de ces mêmes rapports ou à la "marginalisation" de certaines formes de médecine. A cet égard, l'expérience israélienne avec la coopérative vétérinaire HACHAKLAIT [65] mériterait d'être prise en compte et retenue dans l'analyse.

## CHAPITRE IV

### DE LA GESTION AU(X) MODELE(S) DE GESTION

- . DEFINITION
- . HISTORIQUE : De la gestion technique à la gestion technico-économique
- . PRINCIPAUX POSTES DE GESTION :
  - Le management ou conduite du troupeau
  - La stratégie : l'intensification laitière
- . LA STRATEGIE : Planification
  - Contrôle des performances : bilans
  - Contrôle des paramètres prioritaires : sélection
- . LE MODELE DE GESTION : propositions.



## DE LA GESTION AU(X) MODELE(S) DE GESTION

En schématisant, nous pouvons dire que "gérer" consiste - dans le cadre d'objectifs définis - à utiliser efficacement des ressources limitées. Si dans une acceptation large, la "santé" participe de ces ressources, sa gestion ou médecine devient un art. Par contre dans le cadre de mécanismes économiques, la gestion est souvent synonyme de science. Ainsi, moins qu'ailleurs, les principes de gestion d'une entreprise agricole ne sont exacts et codifiés.

Historiquement, le premier type de gestion défini scientifiquement dans le domaine agricole a été la sélection génétique. La sélection empirique et intuitive a cédé le pas à des schémas génétiques de testage sur la descendance. Parallèlement, l'évolution vers la spécialisation laitière passait par la désintégration de l'économie paysanne [46]. Incorporée dans un circuit industriel du lait, l'exploitation agricole se transformait peu à peu en entreprise agricole. La rationalisation des techniques d'élevage et de culture obligeait à une gestion de plus en plus précise de ces processus de transformations biologiques. Ainsi esquissée, l'évolution historique sépare deux aspects de la gestion : la **technique** d'abord qui s'attache aux processus biologiques (production laitière - croissance - reproduction...) et

la **technico-économique** chargée de quantifier économiquement ces mêmes processus étendus au contexte industriel ambiant.

Dans une perspective de croissance de son entreprise, l'exploitant intègre inconsciemment deux gestions séparées : les gestions relatives à l'augmentation du potentiel de production de chaque vache, et du potentiel de production global (augmentation du nombre d'animaux - des surfaces fourragères - de la productivité...). Schématiquement, ces deux parties de la gestion recouvrent respectivement les notions de conduite du troupeau ou **management** et de **stratégie**. Ces deux parties étroitement liées, ont toutes deux pour objectif le maximum de "profits" associé à l'optimum de "contraintes". Difficile balance où la complexité des phénomènes et leurs corrélations rappellent davantage l'art que la science.

La conduite d'un troupeau s'inscrit dans la perspective de **l'intensification** de la production laitière dans les unités familiales [63]. Les critères d'appréciation de l'intensification sont aussi variés que relatifs : il peut s'agir de la charge à l'hectare (de 0,74 à 2,30 animaux par ha d'après [63], de la quantité de lait vendue ou de la production de lait par unité de main-d'oeuvre...) Elle peut s'objectiver également par des critères moins analytiques comme la moyenne économique (quantité de lait produite par nombre de vaches présentes par jour de l'année [33]). En première analyse, les techniques d'intensification laitière peuvent être divisées en trois parties

non exclusives : la **voie paternelle** avec des inséminations amélioratrices du génotype (à index élevés) et/ou la **voie maternelle** par des réformes d'animaux non performants et/ou la voie mixte par transplantation embryonnaire. Dans tous les cas, la fonction clé de la conduite du troupeau sera la prise **de décision**. Cette prise de décision s'intègre dans un modèle de gestion qui sera plus ou moins complexe selon le niveau de performance atteint.

La qualité du management d'un troupeau se mesure dans un premier temps à la gestion théorique et exacte des paramètres analytiques définis auparavant. A partir de normes de performances et des variations admises de ces critères, il est possible d'objectiver les lacunes zootechniques de l'exploitant. En terme de priorité l'alimentation représente le facteur limitant essentiel. Elle obvie le principal des progrès génétiques en paralysant les potentialités de l'animal. Il est parfois difficile de quantifier un rationnement en particulier pendant la saison d'herbage où de multiples facteurs modifient la valeur alimentaire de l'herbe et les quantités ingérées. Le déficit de l'apport énergétique pour les hautes productrices fait réserver l'usage des prairies aux vaches en fin de lactation, aux faibles productrices et aux vaches tarées. Une solution radicale serait de synchroniser les vélages donc les pics de lactation avec le rationnement d'hiver plus précis et plus complet. Si l'alimentation représente le facteur limitant essentiel, elle ne constitue pas pour autant

**Tableau 19** : Estimation des coûts alimentaires et des marges par rapport au niveau de production

| Niveau de prix                 | Production laitière (kg/j) |      |      |
|--------------------------------|----------------------------|------|------|
|                                |                            |      |      |
| Comparaisons économiques       | 32,5                       | 28,7 | 25   |
| * <u>Prix bas</u> (septembre)  |                            |      |      |
| 1. Concentrés (\$/t)           | 164                        | 195  | 194  |
| 2. Coût alimentaire jour -     |                            |      |      |
| 2.1. nalier (\$/vache)         | 2,38                       | 2,08 | 1,97 |
| 2.2. dont concentrés           | 1,44                       | 1,04 | 1,00 |
| 2.3. dont fourrages            | 0,94                       | 1,04 | 0,97 |
| Marge sur coût alimentaire :   |                            |      |      |
| 3.1. \$/ 50 kg lait            | 6,94                       | 7,08 | 6,95 |
| 3.2. \$/vache/jour             | 4,51                       | 4,07 | 3,48 |
| * <u>Prix moyens</u> (janvier) |                            |      |      |
| 1.                             | 193                        | 224  | 216  |
| 2.1.                           | 2,73                       | 2,37 | 2,22 |
| 2.2.                           | 1,69                       | 1,23 | 1,07 |
| 2.3.                           | 1,04                       | 1,14 | 1,15 |
| 3.1.                           | 6,31                       | 6,47 | 6,35 |
| 3.2.                           | 4,10                       | 3,72 | 3,18 |
| * <u>Prix élevés</u> (Mai)     |                            |      |      |
| 1.                             | 194                        | 230  | 251  |
| 2.1.                           | 2,90                       | 2,56 | 2,38 |
| 2.2.                           | 1,82                       | 1,45 | 1,19 |
| 2.3.                           | 1,08                       | 1,11 | 1,19 |
| 3.1.                           | 5,84                       | 5,95 | 5,84 |
| 3.2.                           | 3,80                       | 3,42 | 2,92 |

Enquête réalisée en Virginie

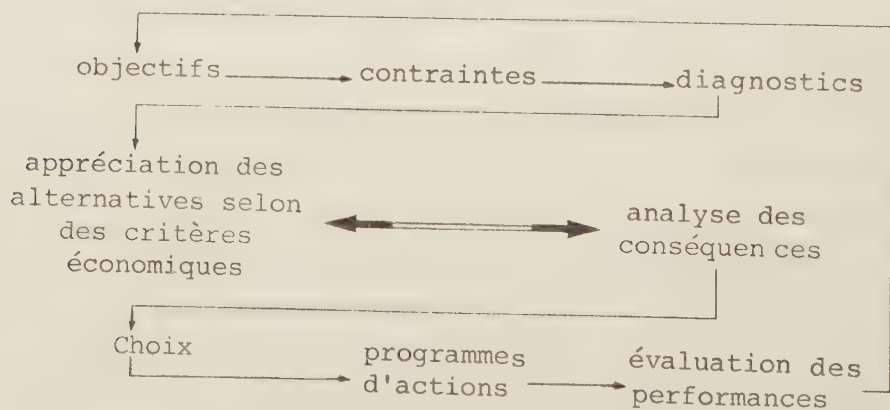
(JONES et coll, 1980)

le moteur essentiel de la progression du niveau de performance et cela à partir d'un certain seuil. En effet, un taux de réforme élevé ou une mortalité importante peuvent amputer également le principal des progrès accomplis et les ralentir. A côté de ces pertes vives et peut-être plus importante, l'existence d'un intervalle vélage-vélage allongé est source de pertes économiques accrues. Le seuil suggéré précédemment correspond moins à un niveau de production qu'à une modification des mentalités. En effet, choisir un système d'alimentation "artificielle" car contrôlée représente une mutation technologique non négligeable dans certains types d'élevage. Beaucoup d'auteurs ont décrit cette mutation en terme d'alternative : maintenir ou non une rémunération identique de la main d'oeuvre (LOMBA [63] et MAYER [65] entre autres).

Cette mutation est analogue en terme de gestion industrielle au concept de la "capacité d'innovation". Pour la gestion agricole, elle se résume à la capacité d'augmenter la production laitière et elle représente le deuxième temps de l'appréciation du management. La principale résistance psychologique à toute intensification laitière est le fait du concept des **rendements moins que proportionnels**. Le tableau 19 nous montre que le coût alimentaire est moins élevé pour les hautes productrices et pour des prix d'aliments élevés. Cette conclusion ne peut être étendue à l'ensemble des postes, mais là est l'enjeu de la gestion : limiter les diverses contraintes assujetties à une haute production et leurs conséquences. Il

s'agira de définir des programmes qui répondront à deux objectifs : la **planification** et le **contrôle** des améliorations nécessaires ou souhaitables. Opérations regroupées sous le terme de **stratégie**.

La stratégie qu'adoptera un exploitant laitier procède dans un premier temps, de la définition à un moment donné de l'état ou organisation de son exploitation. Elle peut être définie par des **flux** (de produits d'animaux - d'argent - d'informations...) qui arrivent, transitent ou partent de l'exploitation ; mais aussi par les **processus** qui s'y déroulent (réforme - mortalité - gestation - lactation...). Chacun de ces deux domaines après quantification, est soumis à critique. Les améliorations potentielles ou les modifications souhaitées sont regroupées dans un second temps en une planification qui s'appuie sur des **plans d'actions**. L'ensemble de ces opérations peut être schématisé comme suit :



Nous n'illustrerons cette méthode que par un exemple limité, un éleveur choisit pour objectif



**Tableau 20 :** Influence théorique des stratégies d'élevages sur les objectifs de production recherchés (NOTT, 1978)

|                                                                 | Performance<br>maintenue | T <sup>x</sup> mortalité<br>veau | T <sup>x</sup> de réforme | 550 kg de<br>lait<br>/vache | 15 mois d'<br>[V-V] | Stratégies<br>D,E,F,G<br>combinées |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------|
|                                                                 | B                        | D                                | E                         | F                           | G                   | H                                  |
| <u>Vaches totales au 1er janvier :</u>                          |                          |                                  |                           |                             |                     |                                    |
| 1976                                                            | 101                      | 101                              | 101                       | 101                         | 101                 | 101                                |
| 1977                                                            | 193                      | 193                              | 193                       | 193                         | 197                 | 196                                |
| 1978                                                            | 177                      | 176                              | 157                       | 177                         | 181                 | 159                                |
| 1979                                                            | 201                      | 194                              | 178                       | 201                         | 203                 | 173                                |
| <u>Bénéfice brut pour le lait vendu (\$) :</u>                  |                          |                                  |                           |                             |                     |                                    |
| 1976                                                            | 202100                   | 201900                           | 202100                    | 186200                      | 188100              | 173180                             |
| 1977                                                            | 225200                   | 224000                           | 212800                    | 207500                      | 195100              | 171000                             |
| 1978                                                            | 230500                   | 225100                           | 205200                    | 212400                      | 216700              | 174500                             |
| <u>Bénéfice brut pour les réformes ( <sub>R</sub> et )(\$):</u> |                          |                                  |                           |                             |                     |                                    |
| 1976                                                            | 10140                    | 10140                            | 10140                     | 10140                       | 9420                | 9420                               |
| 1977                                                            | 19240                    | 19240                            | 24820                     | 19240                       | 18560               | 24720                              |
| 1978                                                            | 18020                    | 17600                            | 19020                     | 18020                       | 17140               | 17240                              |
| <u>Bénéfice brut cumulé sur 3 ans (\$) :</u>                    |                          |                                  |                           |                             |                     |                                    |
|                                                                 | 705200                   | 697980                           | 674080                    | 653500                      | 645020              | 570060                             |

vaches de 700kg ; 7000kg lait/an ; rationnement basé sur ensilage ;  
L'augmentation du cheptel est faite par l'achat de 80 génisses pleines .

d'augmenter la taille de son troupeau. Pour ce faire il peut: - acheter des génisses pleines - élever ses propres génisses - diminuer les réformes. Dans chaque cas, il se heurtera aux contraintes intrinsèques suivantes : - l'investissement nécessaire - le retard dans la réalisation - le tassement des progrès génétiques. Le diagnostic déterminera à partir de la définition de flux et de processus théoriques les prévisions alimentaires, fourragères, financières, ... , nécessaires à l'obtention du but poursuivi. L'appréciation des alternatives et de leurs conséquences est la phase délicate de toute planification. Sa précision est étroitement corrélée à l'évaluation des processus particuliers à la ferme étudiée (niveau du management - etc) et à l'évaluation des flux prévisibles (baisse de production - taux de réformes accrues...). Le tableau 20 donne par exemple l'influence sur la taille du cheptel, de certains paramètres : augmentation du taux de mortinatalité, de réforme, de la taille de l'intervalle [V-V] et baisse de la production. Le choix final, même s'il ne conclut pas les analyses précédentes, sera accompagné d'un programme d'action destiné à limiter les conséquences inhérentes aux modifications du management d'un cheptel plus important ou plus performant.

Le contrôle est la partie complémentaire du diptyque propre à toute gestion. Elle consiste en la comparaison des performances réelles et recherchées. Elle passe par l'élaboration d'un système de mesure (des critères de performance). Celui-ci peut s'appliquer

à des **bilans** ou au **contrôle des exceptions** selon la fréquence de son application. Ce terme de bilan hors du contexte économique est d'usage assez récent. Il coïncide avec la prise de conscience de la nécessité d'un enregistrement continu des événements dans une exploitation. Les enregistrements sont souvent chiffrés et leur traitement consiste en une synthèse sous forme d'indices, de taux, ou de nombres particuliers. Cette synthèse sera toujours une simplification de processus biologiques complexes et sa valeur un compromis entre la signification des données valorisées et leur synthèse ultérieure faite par l'utilisateur. En France, il n'existe qu'un seul type de bilan ayant une vulgarisation étendue. C'est celui de l'Institut Technique de l'Elevage Bovin (I.T.E.B.) qui s'intitule "Gestion technique des troupeaux laitiers". Ses réalisateurs l'ont divisé en quatre volets, respectivement : "description de la chaîne, bilan annuel de la production laitière" [50] "valorisation du système fourrager" [51] "bilan de fécondité" [49] et "bilan annuel de production laitière" [48].

D'autres bilans existent ; on peut citer l'expérimentation de SANSSOT [92] qui sur une clientèle a conçu un programme d'enregistrement et de traitement des principaux événements : mouvement des animaux, production laitière (C.L.B.), enregistrement individuel (planning) et collectif. Ce type de bilan informatisé a une fréquence d'actualisation mensuelle et non pas annuelle comme le précédent. Il est à souligner que c'est le premier à être conçu en France. STEPHENS

et coll [96] en comptabilisent une dizaine en Grande Bretagne, qui intègrent les notions de bilan et de contrôle continu des performances. Nous les développerons dans le chapitre suivant. Aux Etats-Unis, du fait de l'organisation centralisée et cloisonnée, D.H.I.A. (Dairy Herd Improvement Association), la totalité des données concernant les différents bilans transite par cette organisation qui édite des listing selon différentes fréquences : annuelle - mensuelle - optionnelle [23]. Ce type de traitement informatique centralisé est appelé E.D.P. (Electronic Data Processing), il est appliqué depuis une dizaine d'années et la masse de données ainsi archivée permet de codifier et expérimenter les différents paramètres de gestion. Ces recherches ont lieu dans des instituts vétérinaires (Extension Services) qui élaborent des programmes informatiques étendus au management [57]. Tous ces bilans quel que soit leur degré de synthèse procèdent tous de la même ambition : simplification - précision - souplesse et rapidité. Ils ne diffèrent que dans la forme: seule l'utilisation optimale par l'éleveur est recherchée. C'est à lui seul que revient la décision finale : utiliser ou non le service proposé et en aucun cas il ne s'agit de substitution de responsabilité ou d'hypothèses expérimentales. S'intègre ainsi à la notion de bilan la contrainte de **faisabilité**.

Le contrôle des exceptions déjà mentionné dans le chapitre 4 ("Management by exception") est le stade ultime et le niveau de sophistication aboutie de la gestion. Il comprend trois phases : le **comptage** ou **dépistage**, le **traitement** et finalement l'**éradication**.

Dans des exploitations à faible degré de mécanisation et à petit cheptel, le dépistage est réalisé par l'éleveur mais sa précision, particulièrement pour des maladies peu symptomatiques ou réputées peu graves, est parfois incompatible avec des hautes productrices. Dans les grands cheptels où les animaux ne sont observés que de loin pour les chaleurs ou au cours de la traite, la précision là aussi risque d'être insuffisante. L'intérêt d'un dépistage précoce donc précis, est double : l'efficacité du traitement ultérieur et le moindre coût économique des désordres dépistés donc une amélioration des paramètres de gestion. Selon la méthode choisie en fonction des impacts économiques, le contrôle des exceptions peut être **quantifié ou systématique** ou ne s'appliquer que sur des **paramètres prioritaires**. Dans un contrôle systématique, l'automatisation de la saisie des données est indispensable. Seul est appliqué à l'échelle industrielle,, l'enregistrement en salle de traite : - de la consommation de concentré (avec les D.A.C., distributeur automatique de concentrés) - de différentes températures (corporelle, du lait) - de la conductivité du lait - du poids vif - de la production laitière. A l'aide d'un minisystème informatique, ces paramètres sont enregistrés, mis en mémoire, comparés, et l'animal dont les enregistrements sont anormaux, est signalé à l'éleveur. Ce type de contrôle est actuellement axé vers le dépistage de pathologies et l'enregistrement des paramètres est continu. Dans son acceptation large, le concept du contrôle des exceptions peut être étendu au dépistage des chaleurs dont nous avons

développé l'importance auparavant et qui peut paraître prioritaire. Le dépistage visuel est souvent complété par des moyens tels que le KAMAR ou le licol marqueur porté par un taureau vasectomisé ou dévié, ou par une femelle androgénisée ; mais dans tous les cas il s'agira de définir des groupes d'animaux sur lesquels sont mis en oeuvre ces moyens inhabituels. Ainsi dans le cadre d'un contrôle des paramètres prioritaires apparaît la nécessité d'une **sélection des animaux**. Cette sélection étayée par un calendrier résumant les principaux événements individuels (planning), consiste en un groupage des animaux identifiés. Ce groupage a pour but - soit d'extérioriser davantage des comportements individuels (signes d'oestrus par exemple) - soit de standardiser des besoins individuels (alimentation en groupe) - soit enfin d'appliquer différents programmes d'actions (traitement de l'anoestrus - déparasitage - pesée des animaux, etc.). Dans certains pays, cette sélection a été également mécanisée. Son degré de sophistication est très variable ; de la prévision des dates de vélage, il peut aller à l'édition des mouvements d'animaux selon les productions quotidiennes et individuelles. L'éleveur peut recevoir ces données d'un service extérieur mais dans un avenir plus ou moins proche, il pourra les solliciter lui-même soit du minisystème informatique à poste fixe dans l'élevage, soit du service extérieur grâce à la probable téléinformatique agricole. Ces diverses innovations sont étroitement contingentes au coût de réalisation. Elles ne pourront être effectives qu'à partir du moment où le besoin s'exprimera c'est-à-dire prin-

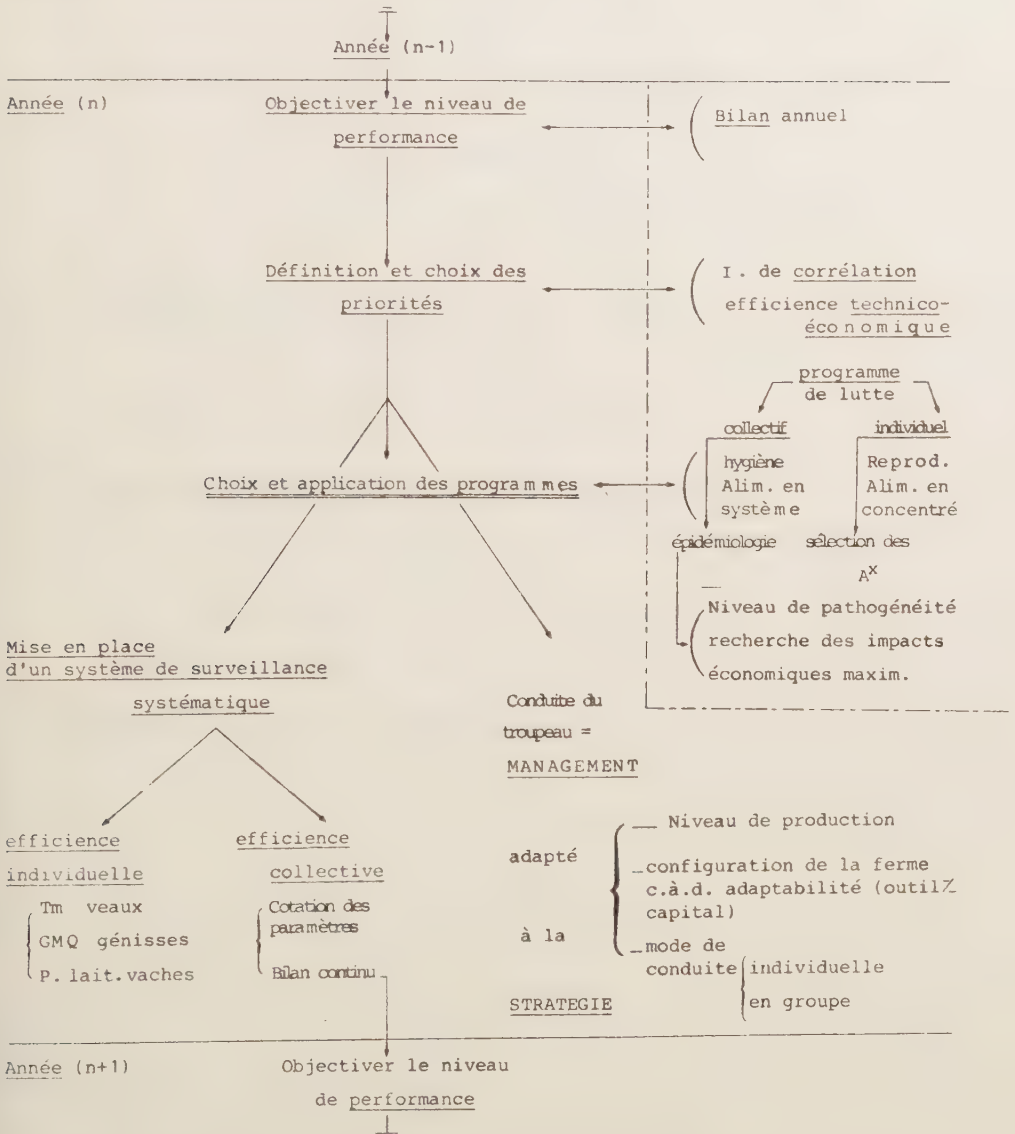
cipalement au-delà d'une certaine taille de cheptel.

Cette évolution probable des niveaux de management, des exigences de planification devra certainement être intégrée dans des **modèles de gestion**. Ceux-ci devront cumuler deux qualités primordiales : - la synthèse préalable à toute objectivation de processus biologiques complexes et - l'analyse ultérieure afin de souligner les lacunes fatales à tout progrès. Les processus combinés de production et de reproduction obligent à séparer deux approches simultanées - respectivement collective et quantitative - et individuelle et qualitative. Chaque élément du modèle devrait s'appliquer de manière continue au cours de la campagne annuelle et être remis en question chaque année après prise-en-compte des progrès réalisés. Le schéma 11 résume les principaux concepts d'un modèle de gestion. Il est à noter que l'application d'un tel modèle relève davantage de la motivation ou de la volonté individuelles que d'innovations technologiques parcelisées ou contingentes à l'accélération de la mécanisation.

\* \*

\*

Schéma 11 : "Concepts essentiels d'un modèle de gestion"



Les concepts essentiels d'un modèle de gestion doivent associer la réalisation de bilans annuels, le contrôle systématique des paramètres retenus et la proposition d'une stratégie précisément adaptée au niveau de management déjà obtenu. A l'analyse de performance s'associeront des programmes d'actions concertées, efficaces, bon marché, systématiques ou individuels.



CHAPITRE V

LA COLLECTE ET LE TRAITEMENT  
DES INFORMATIONS :  
l'outil informatique

1. L'ENREGISTREMENT AUTOMATISE DE LA PRODUCTION LAITIERE

le contrôle laitier automatisé  
l'automatisation en salle de traite

2. L'ENREGISTREMENT DES DONNEES DU MANAGEMENT

les fiches individuelles  
les plannings circulaires ou linéaires  
les plannings informatisés

3. LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS

3.1. le mode de traitement  
manuel, mécanographique ou informatique  
individuel ou collectif

3.2. L'édition des données valorisées



## LA COLLECTE ET LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS :

### L'outil informatique

Si le dynamisme d'une entreprise industrielle représente sa capacité à s'adapter rapidement aux variations de conjoncture (marché - techniques - compétences.), l'information représente l'élément essentiel de cette efficacité. Dans le domaine agricole et de la recherche zootechnique appliquée, où la vitesse d'évolution est moins impérative, le principe de base reste néanmoins la saisie des informations, indispensable à toute étude statistique étendue. L'utilisation récente des techniques informatiques dans l'industrie correspond moins à une nécessité qu'à une alternative providentielle : "L'évolution des composants électroniques est à coup sûr la plus lourde de conséquences. (...). A puissance égale, un composant qui valait 350 F il y a dix ans vaut actuellement un centime." (S. NORA et A. MINC, 1978). Il était donc probable de voir l'informatique pénétrer également le monde agricole. La partie principale de cette évolution aurait dû être l'adaptation exacte à l'originalité des processus enregistrés et non pas une ultime fuite en avant inadaptée ou prématurée analogue à quelques exemples industriels. L'analyse superficielle des expérimentations déjà réalisées à l'étranger, montre une corrélation entre la taille des troupeaux et l'importance ou la sophistication

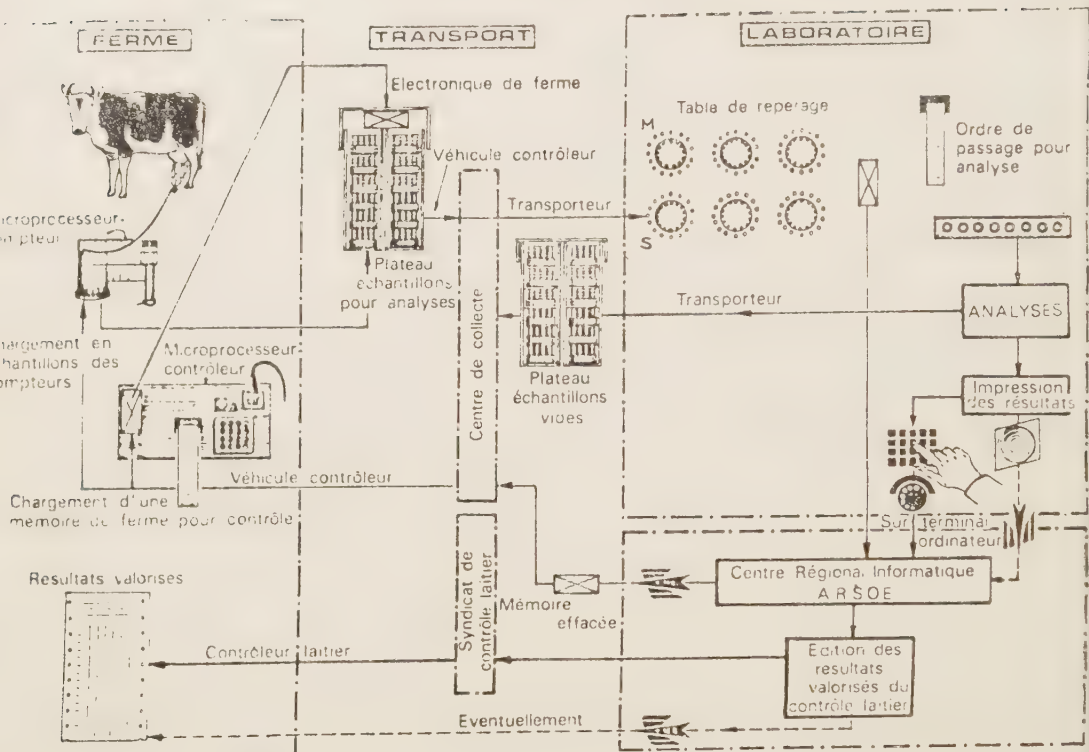
des assistances techniques. Dans le cadre d'une politique de lutte contre l'exode rural, cette corrélation ne devrait pas exister. Aussi les contributions potentielles de l'outil informatique à la gestion agricole en France, ne peuvent-elles recouvrir les mêmes domaines que dans les pays étrangers. Cette originalité impose une définition plus stricte des besoins à satisfaire et de la présentation des données valorisées. Dans tous les cas, l'importance du coût est primordiale.

\*      \*

\*



Schéma 12 : Nouvelle organisation d'un contrôle laitier automatisé (MONTALESCOT, 1981)



Le contrôle laitier automatisé, basé sur un enregistrement-saisie des échantillons automatiques, fonctionnera en trois étapes :

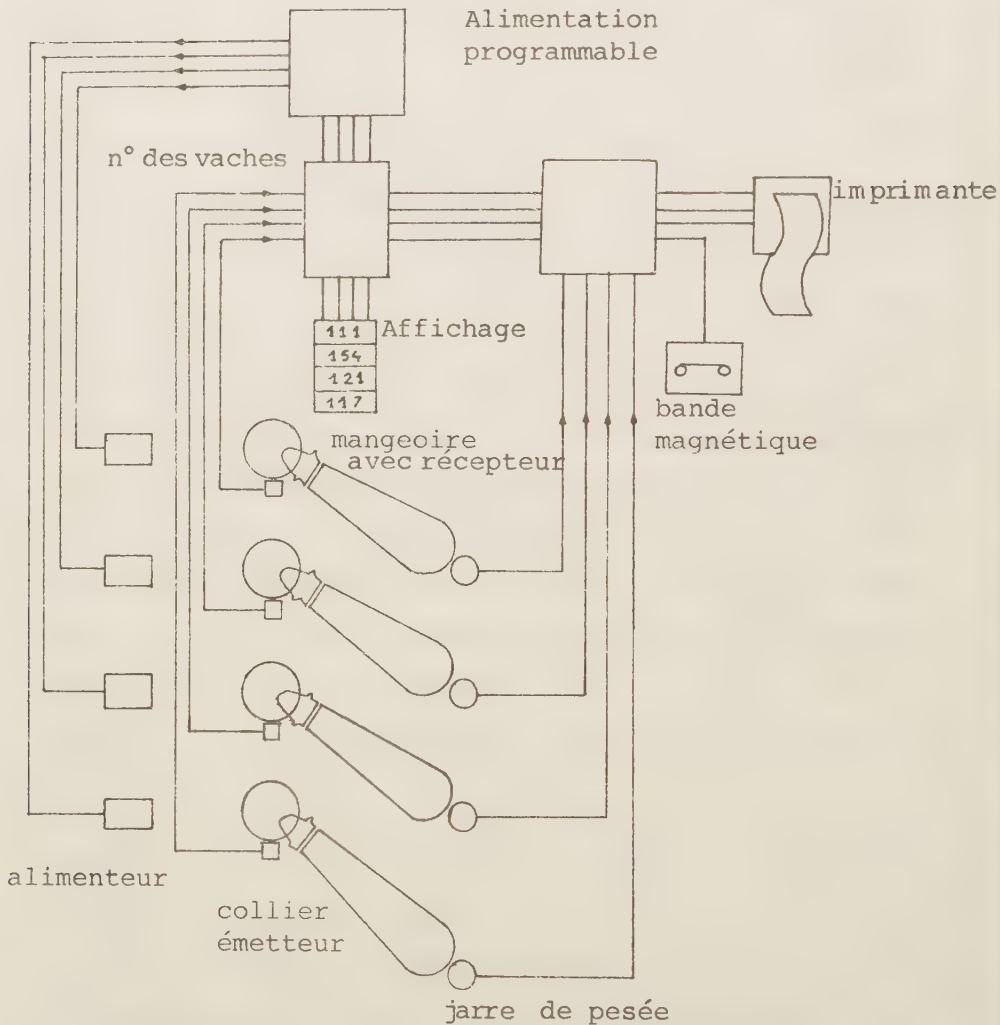
- au niveau de la ferme avec les compteurs automatiques couplés à un système de prélèvement des échantillons du C.L.B.
- au niveau du contrôleur qui transporte une malette d'acquisition à bloc-mémoire pour collecter les données enregistrées (des compteurs) et un plateau-échantillons pour analyse de laboratoire
- au niveau du laboratoire, l'ensemble des échantillons est analysé dans l'ordre de saisie. Un système de distribution des informations plus rapide que la poste peut être étudié mais n'est pas encore envisagé.

L'information brute collectée est valorisée sur place (double des enregistrements) ou au laboratoire (avec l'identification des productions de la ferme ou de chaque animal). Cette information est répartie sur d'autres organismes demandeurs.

## 1. L'ENREGISTREMENT AUTOMATISE DE LA PRODUCTION LAITIÈRE

Historiquement le contrôle des performances laitières a été l'outil essentiel à l'amélioration génétique des troupeaux laitiers. Il s'inscrivait dans le cadre d'un contrôle laitier dont la pénétration dans les exploitations a été étroitement liée à la recherche d'une productivité accrue. Afin de minimiser les coûts du contrôle, principal obstacle à sa vulgarisation, la recherche d'innovations technologiques a été entreprise récemment. En effet, le contrôle laitier actuel (type A) revient approximativement à 120 F/vache/an, dont 80% sont des charges de main-d'oeuvre. C'est pourquoi à la 21ème session du C.I.C.P.L.B. (Comité International pour le Contrôle de la Productivité Laitière du Bétail), ont été discutées les solutions technologiques possibles à "l'emploi des appareils automatiques pour le contrôle laitier sur le terrain". Parmi les deux solutions retenues, figure un matériel fabriqué par une entreprise française. Ce matériel décrit par MONTALESCOT [69] dans le schéma 12 comprend deux systèmes à microprocesseur : - le compteur automatique - et la malette d'acquisition. Le compteur automatique mesure des volumes de 500 g de lait après dégazage (disparition de la mousse) et prélève un échantillon proportionnel au débit de lait, échantillon remanié par la suite à un volume de 13 ml. Cet échantillon, bouché automatiquement (pour éviter toute falsifica-

Fig. 9 : L'introduction de l'informatique en salle de traite  
(ROSSING, 1974)



L'informatique pénètre dans la salle de traite par trois matériels : - le distributeur automatique de concentré (D.A.C.) - l'identification automatique associée - et l'enregistrement automatique de la production au cours d'une traite. Une unité de traitement central peut être programmée pour l'analyse des données brutes enregistrées, et mises en mémoire.

tion), est intégré dans un barillet de 14 échantillons qui sont nécessaires au contrôle d'un poste sur une traite. La mallette d'acquisition, transportable, est composée d'un clavier, d'une carte processeur (mémoire) et d'une imprimante. Elle enregistre un certain nombre de données dont le numéro de la vache, les quantités de lait produites le matin et le soir, la quantité de lait totale, l'heure de traite, la courbe de débit du lait, etc. Le contrôleur peut laisser à l'éleveur un double des enregistrements et son rendement serait de 2 à 4 fermes par jour pour un total de 120 vaches à contrôler. L'atout majeur de ce type d'innovation est évidemment l'abaissement du prix de revient du contrôle, car il peut au moins doubler le nombre de fermes visitées chaque jour par un agent.

Parallèlement à ces expérimentations pré-industrielles, sont déjà commercialisés des systèmes élaborés centrés sur les opérations de traite et d'alimentation. Ces systèmes regroupent des innovations technologiques à finalités triples : - l'identification automatique (active ou passive) - l'alimentation des hautes productrices avec les distributeurs programmés d'aliments concentrés - l'enregistrement automatique des paramètres physiques du lait et physiologiques de l'animal. Chaque module de ces systèmes admet des degrés de sophistication variables selon les entreprises et ils peuvent être regroupés ensemble selon une configuration représentée à la figure 9. Nous réserverons la description de

ces appareils aux industriels commercialisant ce type de matériel. Si l'enregistrement de la production laitière est d'une utilisation évidente pour le rationnement, la masse des données brutes enregistrées est à certains égards d'une utilité plus délicate à cerner. Le traitement de ces données brutes se fait dans une unité centrale à microprocesseurs chargée de les mettre en mémoire et de les utiliser à des fins définies par son programme. L'utilisation de ces données brutes dans un but de gestion nécessite la mise au point de logiciels (programmes) dont les performances d'application risquent d'être amputées du fait de la mémorisation préalable. Les logiciels déjà commercialisés et spécialisés dans l'analyse des données brutes enregistrées en salle de traite, reflètent les limites des applications informatiques à la traite, qui ne sont à l'heure actuelle qu'une automatisation des enregistrements et leur mémorisation. Le branchement d'unités supplémentaires de traitement nécessite par ailleurs une standardisation des enregistrements et des interfaces des différents modules ; standardisation qui n'est pas encore envisagée au niveau industriel.

\*      \*

\*

## 2. L'ENREGISTREMENT DES DONNÉES DU MANAGEMENT

Le seul contrôle des performances, dans la perspective d'une amélioration génétique des populations laitières s'est révélé insuffisant à la maîtrise zootechnique des niveaux génétiques atteints. Indispensable mais non exclusif, le progrès génétique devrait être complété par un progrès des techniques d'élevage. La vulgarisation de ces techniques passait par l'élaboration de normes de performances qui s'intégraient dans un contrôle de plus en plus précis des données du management. Si la nécessité des enregistrements concernant la reproduction, ou la santé voire même des productions fourragères n'a pas encore atteint un niveau de vulgarisation très élevé, l'augmentation probable de la taille des troupeaux sera certainement le mécanisme déclenchant de leur application systématique.

La base d'enregistrement des données du management est bien entendu l'enregistrement individuel. Pour des raisons pratiques les **fiches individuelles** sont souvent prétabulées. Il s'agira d'enregistrer les dates et natures des différents événements ayant eu lieu au cours de la vie de l'animal. L'identification portera sur la généalogie de l'animal avec son numéro d'inscription éventuel au herd-book, les index du père et de la mère et ses différents numéros d'immatriculation. Seront ensuite collectées les dates de naissance, de sevrage et les dates

des campagnes successives comprenant les dates de vélage (et leur produit), de chaleur, et d'inséminations non fécondantes ou fécondantes. Une place devra être réservée aux enregistrements relatifs à la santé de l'animal : mammite, pathologie de la sphère génitale et autre... La présentation de ces enregistrements sera capitale à leur utilisation ultérieure, c'est-à-dire à leur retranscription. Une présentation répandue aux U.S.A. mérite un examen particulier. Les fiches individuelles prétabulées comprennent une première face sur la reproduction où la partie supérieure est divisée en 12 pour chaque mois. Des plots colorés indiquent les mois où ont eu lieu par exemple le vélage, le tarissement, la dernière insémination, etc. Un plot rouge indique une vache qui devra subir un traitement vétérinaire. Au dos sont enregistrés les différents traitements. Les fiches sont alors classées par ordre de vélage dans une boîte prévue à cet effet. Le flux des fiches représente la chronologie des événements de la vache : tarissement - vélage - cycles détectés puis inséminés - diagnostic de gestation. Le non alignement des plots révèle les vaches sortant de la moyenne du troupeau.

Le **planning linéaire ou circulaire** est la seconde étape plus classique d'un enregistrement des données du management. Son inconvénient majeur est le faible nombre de données qu'il est possible d'introduire. Il visualise donc certaines données de l'ensemble du troupeau comme le nombre de vaches

en lactation, les chaleurs et le numéro des inséminations. Sa remise à jour est quotidienne. Dans les grands troupeaux où la mémoire ne peut compenser les limites d'un planning circulaire, beaucoup conseillent un planning linéaire qui comprend lui-même plusieurs parties : dates de vélage, vaches à chaleur probable détectée et inséminée, les vaches à traiter, etc. Lorsque les structures le permettent, ce **planning est informatisé**. Il s'agit alors de produire des listes d'animaux entrant dans certaines catégories. Le programme anglais MELBREAD [36] a connu un début de vulgarisation en France ; une partie des données valorisées comprenait un planning c'est-à-dire un inventaire des vaches selon leur stade reproductif.

La contrainte essentielle de ce type d'enregistrement (des données du management) est la nécessité d'une précision et d'une continuité dans le temps. Les traitements ultérieurs, c'est-à-dire plus généralement les analyses détaillées du management, seront étroitement conditionnés par une motivation profonde de l'éleveur ou des services l'assistant, à parfaire non seulement la production mais surtout la maîtrise de cette production.

\*   \*   \*

\*

### 3. LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS

Le traitement des informations qu'il soit fait par l'éleveur ou par un organisme extérieur ne peut se désolidariser de sa finalité à savoir la gestion d'un cheptel, petit ou grand, de hautes ou moyennes productrices laitières. Son coût sera variable selon le mode de traitement et d'édition des données valorisées. Nous développerons successivement ces deux aspects.

#### 3.1. Le mode de traitement

Le traitement des informations recueillies à la ferme peut être individuel ou collectif. Selon le volume des informations, un traitement manuel possible mais long et fastidieux est souvent remplacé par un traitement mécanographique ou informatique afin de diminuer les coûts et les délais de traitement. En France, le circuit des informations commence aux coopératives d'insémination artificielle complétées par les syndicats de contrôle laitier et les résultats d'enquêtes. Ce flux d'informations converge vers une des 80 A.R.S.C.E. (Association Régionale de Service aux Organismes d'Elevage) ; celles-ci assurent le contrôle, la correction et le stockage des informations. Onze centres de traitement informatisés assurent un pré-traitement qui s'achèvera dans un centre national (Jouy-en-Josas) ou dans un des trois centres raciaux. Un fichier FECONDIT réunit les principaux résultats de fécondité au niveau

national. Des études statistiques sont entreprises afin de caractériser les performances nationales, régionales ou locales. Le délai de traitement est relativement long (1 à 2 mois) ; les résultats valorisés sont réunis dans un bilan de fécondité ou une "gestion des troupeaux laitiers" déjà développée auparavant. Ceux-ci touchent approximativement 67000 éleveurs laitiers en France.

Certains éleveurs encore rares en France, assurent eux-mêmes la collecte, le traitement et la mise en forme des performances de leurs troupeaux. L'informatique individuelle qui correspond à la fois aux machines à calculer programmables ou aux micro-ordinateurs, permet de répondre à ce besoin. L'investissement nécessaire fait réserver cette solution aux propriétaires de grands troupeaux ( $\geq 200$  vaches). En deçà de cette taille de troupeau, s'offrent d'autres solutions qui passent par un traitement collectif de l'information. Il peut s'agir de bureaux possédant l'outil informatique nécessaire et étant gérés en commun par plusieurs élevages. Dans le cadre d'une clientèle vétérinaire, un micro-ordinateur peut traiter en plus des données comptables, les données concernant la reproduction voire la production des cheptels traités. STEPHENS et coll [98] citant un éleveur anglais, considère qu'il faut 20 mn/sem. pour entrer les données de fertilité, de santé et de production laitière d'un cheptel de 120 vaches. Il avance un prix de 3 à 5 £ /vache/an pour ce type de traitement. La grande diversité des matériels offerts, et des traitements possibles

interdit toute évaluation du coût du traitement. Pour fixer un ordre de grandeur, le traitement seul des données (sans l'investissement préalable) du management (techniques - économiques - structurelles) devrait être au moins aussi cher que les coûts de l'insémination artificielle ou du contrôle laitier. Ce type de service inédit en France, commence à faire beaucoup d'adeptes potentiels voire d'amateurs déçus. Seule une expérimentation étendue en compétence et en nombre, testant l'applicabilité, la faisabilité et les progrès à en attendre, permettra une prise de conscience de la nécessité d'un tel traitement des informations.

### **3.2. L'édition des données valorisées**

Si la qualité des données valorisées reflète exactement la quantité et la qualité des données enregistrées, elle n'est que le résultat de l'application d'un logiciel (programme de traitement des informations) performant c'est-à-dire adapté exactement aux processus de gestion d'une exploitation laitière. L'utilisation par exemple de l'indice de mortinatalité dans le contexte d'une rationalisation de l'élevage des génisses, ou de la politique de réforme, ne peut s'envisager que dans un élevage où l'hygiène du part, le calcul des rations, etc., admettent un minimum de normalisation. Ainsi l'édition de données valorisées ne peut s'envisager sans une assistance technique d'autant plus complémentaire que les résultats calculés sortent de la norme.

Si les données valorisées nécessaires à un bilan sont déjà bien codifiées, il n'en est pas de même pour celles destinées au contrôle continu du management. L'extrême diversité des calculs à partir des données brutes d'élevage, limite la possibilité d'en retirer un indice ou un paramètre qui reflète la totalité des variables. Dans un premier temps, l'édition des données valorisées consistait et consiste encore à produire des listes d'animaux entrant dans certaines catégories : vaches à tarir - à véler - à confirmer gestantes, à 3 inséminations ou plus, etc.

Plus complexes et moins répandus sont les calculs de ration étendus aux "Bilans fourragers" et à l'optimisation des coûts ; les structures pouvant honorer ce type de services n'existent pas encore en France en dehors du contexte industriel.

L'édition enfin, de paramètres comptables se heurte davantage aux réticences psychologiques qu'à l'absence de concepts théoriques (gestion prévisionnelle - utilisation des marges sur coûts variables,...).

Le degré de sophistication des calculs nécessaires à l'édition d'un bilan sera potentiellement limité aux références obtenues précédemment. Ainsi par exemple, la production laitière annuelle varie-t-elle avec l'âge de la vache, entre autre. L'analyse dans une race pure de la production effective doit donc faire référence à cette variation. Une production théorique servant de base à l'analyse, devra être définie non seulement en pondérant la production



effective d'un coefficient variable avec le numéro de lactation (calculé avec les références raciales), mais aussi en tenant compte des productions déjà enregistrées de la vache et de ses congénères placées dans le même environnement. Le résultat produit sera, après comparaison avec la production réelle, une quantité de lait effectivement produite (donc surproduite) ou potentiellement perdue. Cette quantité de lait pourra servir de base à une rationalisation de la réforme (précocité ou efficacité). Cette quantité est appelée par les auteurs anglo-saxons E.R.P.A. (Estimated Relative Producing Ability). Plus généralement, la production laitière individuelle peut être comparée à celles des congénères (à lactation théorique équivalente). De même la production du cheptel peut être comparée aux autres productions des cheptels de la même région, voire du département ou du pays. Ainsi diverses bases de comparaison peuvent être définies dans un même bilan. Le fait étant de déterminer leur degré de signification respective. La recherche dans ce domaine est encore vaste avant de parfaire la comparaison entre une production réelle et théorique (prévue ou pondérée). Une méthodologie analogue peut être envisagée dans chacun des postes de gestion : reproduction - santé - comptabilité, ... Les réalisations actuelles dans ces domaines, concernent moins le suivi continu que les bilans statiques.

La liste des informations nécessaires au management quotidien est représentée au schéma 13. Les voies d'acheminement des informations sont pour

beaucoup dans les délais de traitement. Avec l'émergence de nouvelles techniques telles la téléinformatique, ou de nouvelles structures de traitement décentralisées, ces délais peuvent être de beaucoup réduits. La nature des informations traitées oblige à une telle rapidité. C'est à l'organisation des acheminements et au coût global qu'un système de traitement appliqué aux données valorisées du management est jugé. Ce fait réserve l'application de tels systèmes à de grosses unités centrales éditrices de bilans qui ne sont encore qu'annuels. Actuellement, la vulgarisation de la microinformatique se heurte au problème d'investissements individuels prohibitifs et de définition de logiciels de synthèse et non parcellisés à chaque poste de management. La souplesse d'utilisation et la technologie à évolution très rapide de la microinformatique qui représentent les atouts majeurs de son développement [6][7], pallieront à terme ces deux handicaps. Comme dans tous les domaines de notre vie moderne, la microinformatique sera devenue dans 2, 3 ou 5 ans un outil familier et indispensable pour l'éleveur laitier.

\*   \*

\*

#### 4. PERSPECTIVES D'UTILISATION D'UNE GESTION ZOOTECHNIQUE INFORMATISEE

Envisager l'amélioration zootechnique de l'élevage laitier dans une conjoncture de surproduction internationale, relève du **paradoxe économique**. Mais parfois, le paradoxe cache une vérité ou une motivation féconde. Ainsi, la richesse d'un élevage laitier n'est pas dans la capacité de produire plus, mais de **mieux élever**, selon des normes zootechniques de plus en plus précises, étayées par une gestion efficace de tous les postes composants le capital d'exploitation. Ces objectifs passent par la vulgarisation de **normes de gestion** précisément adaptées au degré de compétence de l'éleveur et au niveau de mécanisation de l'outil de travail. Sans vouloir sacrifier à une mode d'autant plus séduisante qu'elle est récente, nous avons développé les contributions possibles de **l'outil informatique** qui pénètre peu à peu le monde agricole et les services techniques d'assistance. Grâce à une mécanisation du traitement de l'information, il est possible de définir des **modèles de gestion** d'un cheptel de vaches laitières qui offrent une alternative à la seule intensification des productions.

Le contrôle des processus de gestion passe - par la maîtrise de la **saisie des informations** brutes, - par l'élaboration de **logiciels** de traitements performants et enfin - par la **distribution** des données valorisées. Ce contrôle pose et posera

de façon aiguë le problème du monopole de ce nouveau type d'assistance. La parcellisation actuelle ne saurait résister à la concurrence privée inéluctable ou au mouvement que d'aucuns appellent "l'informatisation de la société".

L'analyse et la surveillance des performances zootechniques d'un cheptel laitier, si elles sont d'un préalable indispensable ne sauraient être séparées des programmes d'actions concertées ; dans ce domaine, le rôle du vétérinaire, thérapeute et éco-zootechnicien, devrait s'étendre en responsabilité et en variété car seul il associe le conseil à l'action.

Dans un contexte élargi, l'évolution actuelle de l'élevage laitier, qui provoque, entretient et recherche de meilleures rentabilités, s'intègre dans une contestation sociologique et un déséquilibre économique de moins en moins supportable. La pluralité des individus, des sites et des races animales, garant d'un patrimoine d'avenir, ne peut être aliénée à la recherche d'une productivité exclusive. Ainsi, l'éthique rejoint l'économique et le social, et il faudrait méditer l'avertissement de BERGSON qui déjà parlait de "la dégradation du vivant en mécanique"...

\* \*

\*

## CHAPITRE VI

Discussion



"Le nouveau défi est celui de l'incertitude, il n'y a pas de bonne prévision, mais seulement de bonnes questions sur les moyens de cheminer vers un horizon souhaité" (NORA et MINC, 1978). Cette réflexion qui portait sur l'informatisation prochaine de la société française, peut être étendue au contexte agricole. Dans le domaine de l'élevage laitier, l'essentiel serait donc non de rechercher et de prévoir de meilleures productivités (qui n'améliorent pas forcément les revenus), mais de définir avec toute la précision possible le bien-fondé de telle ou telle innovation, ce qui oblige à se pencher sur les lacunes réelles de tel ou tel secteur de la production.

La principale préoccupation des personnes mêlées de près ou de loin à l'élevage, semble être la **disparité** des situations. Disparité qui affecte aussi bien les conditions d'existence des éleveurs que les possibilités et les occasions de modifier leur état. GROS, JACOB et ROYER ("Sciences de la vie et société" Paris - La Documentation française, 1979, 288 p.) définissaient cet équilibre comme le rapport entre les systèmes de **production** et la **sociologie rurale**. Son évolution a fait l'objet de multiples études, partiales ou non qui se rejoi-

gnent à la même interrogation, reflet de l'incertitude ambiante. A cet égard, la complexité d'une société, qui a représenté la première étape de notre civilisation, permettrait de parier sur sa survie. Un essai récent de J.K. GALBRAITH qui portait sur la pauvreté de masse ("théorie de la pauvreté de masse", Paris - Gallinard - 1981, 164 p), apporte un élément à l'analyse de cette question ; parlant de la pauvreté rurale, il la décrit comme un **équilibre** qui "lorsqu'il est rompu, est en règle générale, voué à se rétablir. (...). L'amélioration en fait, se dévorera elle-même" (p. 67). Les mentalités dans les pays occidentaux jouant un rôle non négligeable à l'amélioration du bien-être : "La croissance était la norme et son taux, l'indice de la vertu sociale" (p. 62). L'imparfait souligne les modifications apportées aux théories économiques du moment. La conclusion implicite de ce constat, propose la rupture de l'équilibre, soit par l'exode rurale, soit par l'aide sélective, dirigée sur une partie du milieu rural, celle qui rompt avec l'accommodation à l'équilibre. Au delà de la crudité des propos, restent la réalité des faits et la nécessité d'une recherche d'autres alternatives. L'une d'entre elles, est peut être l'adaptabilité permise par la **diversité** des éléments constitutifs du milieu rural. "Cela implique de laisser jouer une certaine diversité, de ne pas contraindre les éleveurs à adopter des techniques ou des structures monolithiques sous prétexte d'efficacité économique immédiate, de dogmatismes scientifiques ou techniques tournant parfois

à la pure scolastique" (G.QUEINNEC, 1978). Mais la référence économique constante aux mécanismes de **marché** impose une standardisation des produits et des niveaux de productivités qui sont autant de contraintes d'uniformisation pour l'élevage. Le système d' "aides proportionnées" destiné à corriger les disparités, n'améliore pas a priori l'équilibre déjà cité. L'équivalence en effet, n'est pas exacte entre les gains permis par une "surproduction" et les aides octroyées pour moindre production. La vulgarisation de **normes d'élevage** (donc de gestion) paraît donc préférable aux aides à l'introduction de techniques nouvelles d'élevages, inadaptées (mutation au lieu d'évolution) ou coûteuses (car souvent importées). Il s'agit alors de limiter les "**pertes**" et non de produire plus dans de mauvaises conditions. Ces "pertes" au niveau de la gestion zootechnique d'un troupeau, recouvrent aussi bien - les pertes directes (réformes - accidents - maladies) - insidieuses (malnutrition - "infécondité" - mammites subcliniques) - qu'indirectes (retards de gestation - mauvaise conduite de la réforme ou des inséminations...). Cette stratégie est peu coûteuse en investissements mais nécessitera des structures d'assistance décentralisées et variées, une modification des mentalités et des ambitions différentes. La croissance de l'entreprise agricole ne représenterait plus alors une exigence de marché mais un choix délibéré permis par un niveau de gestion préalable-ment satisfaisant.

Cette hypothèse posée, l'étude des structures et des moyens nécessaires mériterait d'être entreprise. L'introduction de l'informatique dans la gestion des informations, déjà développée précédemment, pose le problème des monopoles du traitement et de l'utilisation. Si l'on se réfère à plusieurs réalisations étrangères (Reading en G.B., les "extensions services" aux U.S.A., MELBOURNE en Australie), l'enseignement vétérinaire paraît être l'organisme le plus fréquemment mis à contribution. Il serait intéressant que de telles expériences fussent tentées en France non au niveau de l'enseignement de base mais peut-être dans le cadre d'une structure offrant un enseignement spécialisé, structure autofinancée en partie par les assistances octroyées et indépendante du système de chaires classiques. L'étude par exemple des "extensions services" américains serait très riche en enseignements et quelques unes de leurs réalisations susceptibles d'être appliquées en France avec profit. Les principes de gestion des grands troupeaux mériteraient d'être étendus à la gestion des petits cheptels où la rationalisation des conditions d'élevage est un complément indispensable à l'intensification des productions. Tant il est vrai qu' "on ne peut pas plus mélanger le vrai paysan à l'industrie qu'on peut mélanger l'eau et la suie ; le ruisseau vous paraît entièrement noir, et il vous semble que vous avez gagné, mais il suffit de souffler sur votre poussière de suie pour trouver tout de suite dessous l'épaisseur claire de l'eau pure qui vous porte" (J.GIONO "Le poids du ciel". Paris - Gallimard, 1949, p. 271).

## CONCLUSION

---



## CONCLUSION

La gestion consiste, dans le cadre d'objectifs définis, à utiliser efficacement des ressources limitées. Appliquée à la conduite d'un troupeau laitier, la gestion zootechnique relève des domaines suivants :

- pour la lactation : elle passe par l'enregistrement des productions et leurs analyses ultérieures. Celles-ci consistent en des prévisions (projection d'enregistrements) ou en des analyses des chutes anormales. Divers modèles mathématiques permettent à la fois la précision des calculs et le choix théorique d'un rationnement. Les paramètres physicochimiques du lait sont représentatifs de l'état de l'animal, et leurs enregistrements peuvent compléter un dépistage des animaux malades
- pour l'alimentation : elle consiste en des calculs de rations éventuellement étendus aux rations économiques. L'utilisation d'une ration complète oblige à un allotement des vaches selon des motifs variés ; l'éleveur devra alors programmer le mouvement des animaux d'un groupe à l'autre
- pour la gestion des paramètres de la reproduction : celle-ci combine la gestion analytique des performances et la gestion zootechnique des événements de la reproduction. Mise en balance avec la lactation, la gestion de la reproduction nécessite une stratégie précise dans les plans et les objectifs d'amélioration. Stratégie qui associe les notions de bilan et de contrôle des performances
- pour la gestion des paramètres de la santé, le contrôle des mammites apparaît prioritaire au point de vue économique. L'assistance médicale destinée à lutter contre les anomalies de performance dans les domaines précédents, nécessite la mise en place de visites programmées qui associent la prévention et le dépistage.

Le modèle de gestion proposé regroupe les caractéristiques communes aux gestions des quatre composantes principales du management d'un cheptel de vaches laitières. Il propose une stratégie cohérente et adaptée aux niveaux déjà atteints dans les performances.

Ce modèle de gestion ne peut s'appliquer en l'absence d'un système de saisie et de traitement des informations. Dans la perspective d'une utilisation systématique de ce type de modèle, l'introduction de l'informatique semble nécessaire. Malgré un investissement individuel prohibitif, l'utilisation de cet outil peut être rendue possible par une centralisation des structures.

Celle-ci pose, entre autres, le problème du monopole des informations : traitement et diffusion. En effet, la concurrence industrielle détourne indirectement le flux classique des informations vers un fabricant bien souvent étranger à toute politique agricole concertée. Ce fait oblige à privilégier la standardisation des matériels et des informations, afin d'étendre leur utilisation ultérieure au plus grand nombre.

Vu :  
LE DIRECTEUR  
de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,

LE PROFESSEUR RESPONSABLE  
de l'École Nationale Vétérinaire,

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,

Vu et permis d'imprimer

LYON, le 17 DEC. 1981  
Pour le Président de l'Université LYON I  
Le Premier Vice-Président,  
Président du Comité de Coordination  
des Etudes Médicales

Professeur R. MORNEX



## BIBLIOGRAPHIE

---

- 1 - ALEXANDER (G.I.) 1978  
"An integrated Approach to improvement of  
Dairy Cattle production".  
The Bovine Practitioner  
Nov., 14-18.
- 2 - ANDERSON (S.) 1980  
"Wich farm computer for you ?"  
HOARDS ' DARYMAN, 10 juin, 802-819.
- 3 - APPLEMAN (R.D.) 1978  
"Replacement economics"  
in "Large dairy herd management"  
Univ. Presses - Florida - Gainesville, 1100 p.
- 4 - APPLEMAN (R.D.), OWEN (F.G.) 1975  
"Recent advances in calf rearing - breeding,  
housing and feeding management".  
J. Dairy Sci. 58 : 447.
- 5 - ARAVE (C.W.), ALBRIGHT (J.L.) 1981  
"Cattle behavior"  
J. Dairy Sci : 64 : 1318-1329.

6 - ATTONATY (M.)(1980)

"Micro-informatique et aide à la décision des exploitants agricoles".

Génie-Rural, Nov, 7-11.

7 - ATTONATY (J.M.)(1980)

"Techniques d'aide à la décision des agriculteurs basées sur l'emploi de la micro-informatique".

Nov. - INRA - Laboratoire d'économie rurale.

8 - BATH (D.L.), BENNETT (L.F.) (1980)

"Development of a Dairy Feeding Model for Maximizing income above Feed Cost with Access by Remote Computer Terminals".

J. Dairy Sci. 63 : 1379-1389.

9 - BLOOD (D.C.), CANNON (R.M.) (1978)

2 - Data Processing

Australian - Vet. J. 54 : 216-230.

10 - BLOOD (D.C.), MORRIS (R.S.)(1978)

4 - Changes in Mastitis Prevalence

Aust. - Vet. J. 54 - 247-251.

11 - BLOOD (D.G., MORRIS (R.S.)(1978)

3 - Changes in Reproductive Performance

Australian - Vet. J. 54 : 231-246.

12 - BLOOD (D.C.), MORRIS (R.S.), WILLIAMSON (N.B.),  
CANNON (C.M.), CANNON (R.M.)(1978)

"A health Program for commercial dairy herds"

1 - Objectives and Methods

Australian - Vet. J. 54 : 207-215.

13 - BLOOD (D.C.), WILLIAMSON (N.B.)(1978)

5 - The Occurence of specific Disease Entities

A - Vet. J. 54 : 252-256.

14 - BOMBAL (J.)(1978).

"Les concepts fondamentaux de la gestion  
économique des élevages hors-sol".

Rec. Med. Vét. 154 : 313-321.

15 - BONEWITZ (E.R.), DUNHAM (J.R.)(1975)

DHIA Annual Summary - Kansas - State Univ.  
Manhattan.

16 - BOURGEOIS A. et T. KRYCHOWSKI

"Adaptabilité d'exploitations laitières"

A paraître dans la revue "Fourrage".

17 - BOUYE (A.)(1976)

"Contribution de l'informatique à l'enseigne-  
ment et à l'exercice de la médecine vétérinaire"  
Thèse Doc. Vétérinaire.

18 - BRITT (J.M.)(1978).

"Systematic management of reproduction in  
groups of dairy cows".

in "Large dairy herd management"

Univ. Presses. Florida-Gainsville - 1100 p.

19 - BRITT (J.M.), HUERTAS VEGAS (E.), ULBERG (L.C.)  
(1972)

"Managing reproduction in dairy cattle -  
1 Projestogens for control of oestrus in  
dairy cows.

J. Dairy Sci. 55 : 598-609.

20 - BROWN (C.A.), CHANDLER (P.T.)(1978)

"Incorporation of Prédictive Milk Yield and Dry Matter intake Equations into a Maximum profit ration formulation Program".

J. Dairy Sci. 61 : 1123-1134.

21 - BUREMA (H.J.)(1980)

"A management and health control System"  
Occasional Publication n° 2 British Society  
of Animal production, p. 37-41.

22 - CANT (E.J.)(1980)

"Milk Yield recording"

The mechanization and automation of cattle  
production Occasional publication n° 2 British  
Society of Animal production.

23 - CHANDLER (P.T.), MARTIN (J.E.)(1975)

"Computerized Management Information Systems"

J. of Dairy Sci. 58 : 239-245.

24 - CLAUSTRIAUX (J.J.)(1978)

"L'ordinateur et l'étude des grands troupeaux  
d'élevage".

Annales de Gembloux.

25 - CONGLETON (W.R.), EVERETT (R.W.)(1980)

"Error and Bias in Using the incomplete gamma  
function to describe lactation curves"

J. of Dairy Sci. 63 : 101-108.

"Application of the incomplete function  
to predict Cumulative Milk production".

J. Dairy Sci. 63 : 109-119.

- 26 - CONLIN (B.J.)(1967)  
"Extra money by improving reproductive performance"  
Dairy Reproduction Series 1. Univ. Minn. Ext. Serv. Pamphlet 219.
- 27 - Commission SNGTV de l'infécondité bovine  
"Plan de lutte contre l'infécondité bovine en troupeau laitier après établissement d'un bilan de fécondité".  
Bull. des GTV. janvier 1978, p. 1-14.
- 28 - COPPOCK (C.E.), BATH (D.L.), HARRIS (B.J.R.)(1981)  
"From feeding to feeding systems"  
J. Dairy Sci. 64 : 1230-1249.
- 29 - CRIPE (W.S.)(1978)  
"Preventive disease management of large dairy herds"  
in "Large dairy herd management"  
Univ. Presses Florida - Gainesville, 1100 p.
- 30 - DANIEL (B.T.), MILLER (R.H.), CORLEY (E.L.), PLOWMAN (R.O.)(1967)  
"DHIA age adjustment factors for standardizing lactations to a mature basis".  
VSDA-ARS - 44-188.
- 31 - DAUDIER (P.), DROUART (A.)(1967)  
"Etude économérique du cheptel bovin français".  
Paris août 1967.

- 32 - DAVIDSON (M.), FRANCOIS (G.), MEIR (E.)(1979)  
"An analysis of several nutritional parameters  
in kibbutz Dairy Herds with high and low  
fertility".  
Refuah vet. 35 (4), 167-170.
- 33 - DENIS (B.), BUFFET (J.B.)(1978)  
"Gestion technique et technico-économique des  
élevages de bovins laitiers. 1) Les bases  
de la gestion".  
Rec. Méd. Vét. 154 (4), 377-383.
- 34 - DODD (F.H.), NEAVE (F.K.)(1970)  
"Mastitis control Biennial reviews".  
Nat. Inst. Res. Dairying.  
Shinfield, Reading, England.
- 35 - ESSLEMONT (R.J.), EDDY (C.)(1977)  
"The control of cattle fertility the use of  
computerized records"  
Britisch Vet. J. juillet août 1977, 346-355.
- 36 - ESSLEMONT (R.J.), LOCKWOOD (P.W.)(1979)  
"Un an de fonctionnement du programme melbread  
en France".  
Bull. GTV nov. 1979 : 23-28.
- 36 bis - FALCONER (D.S.)(1974)  
"Introduction à la génétique quantitative"  
Paris - Masson - 284 p.

- 37 - FERNANDO (R.S.), RINDSING (R.B.), SPAHR (S.L.)  
(1981)

"Effect of length of milking interval and Fat content on milk conductivity and its use for detecting mastitis".

J. Dairy Sci. 64 : 678-682.

- 38 - FRANCO (G.)(1975)

"On the relation between milk production and fertility in kibbutz dairy cattle herds".

J. Agric. Sci., Camb. 85 : 527-531.

- 39 - FRANCO (G.), DAVIDSON (M.), MAYER (E.)(1977)

"The influence of some nutritional factors on the incidence of the repeat breeder syndrome in high producing dairy herds".

Theriogenology, 5 (3), 105-111.

- 40 - FRANK (M.), GENIN (F.)(1979)

"Etude zootchnique d'un troupeau de vaches laitières"

Le point vétérinaire, vol. 8 n° 38, p. 47 à 53.

- 41 - GERBAUD (D.)(1979)

"Apports du traitement informatique de l'information aux Services Vétérinaires".

Thèse Docteur Vétérinaire 1969.

- 42 - GIRARD (P.), MOREL d'ARLEUX (F.)(1981)

"La distribution automatique de concentré - Intérêt du fractionnement. Comportement des vaches vis-à-vis du distributeur".

Etude bibliographique, Paris, ITEB.

- 43 - GROSSMAN (M.), WALTER (D.)(1978)

"Teaching with interactive Computer Capabilities".

(PLATO : Computer - Based Education for animal Breeding)"

J. of Dairy Sci. 61 : 1308-1313.

- 44 - HEADY (E.D.), CANDLER (W.)(1958)

"Linear programming methods"

Iowa State Univ. Press. Ames.

- 45 - HYDE (G.M.), PUCKETT (H.B.), OVER (E.F.), HARSH-BARGER (V.E.)(1976)

"Production monitoring - a step toward dairy herd management by exception". Page L. 1 in Symp. Cow. Identification System and their applications.

Wageningen, the Netherlands.

- 46 - I.N.R.A.

"Orientation de l'élevage bovin français et son intégration à l'économie agro alimentaire. Supplément au Bulletin Technique de CRZV. de Theix 1980.

- 47 - I.N.R.A. Grignon, Laboratoire d'économie rurale, ITEB, GIB - EDE Midi Pyrénées (1981).

"ATEL - Listing des données valorisées".  
P.O.

- 48 - I.T.E.B., A.R.S.O.E. SOVAL, I.N.R.A. GRIGNON (1980)  
"Bilan annuel de production laitière et  
prévisions".

4e volet de la G.T.T.L., janvier, 15 p.

- 49 - I.T.E.B., CHAMPY (R.)(1978)

"Bilan de fécondité" 3e volet de la gestion  
technique des troupeaux laitiers.

Présentation et utilisation, octobre, 48 p.

- 50 - I.T.E.B. (1979)

"Description de la chaine, bilan annuel de  
production laitière".

1er volet de la gestion technique des troupeaux  
laitiers.

Septembre 1979 - N° 79105, 33 p.

- 51 - I.T.E.B., EDE de l'ORNE, CHAMPY (R.)(1979)

"Description de la chaine : valorisation du  
système fourrager".

2e volet de la G.T.T.L. N° 80.028.

Octobre 1979, E.D.E. de l'ORNE, 27 p.

- 52 - I.T.E.B., E.D.E., Groupe gestion du troupeau  
(1981)

"Présentation et utilisation du document : les  
résultats de reproduction de votre troupeau  
laitier".

Mai, 38 p.

- 53 - JOHNSON (A.D.), MYERS (R.M.), ULBERG (L.C.)(1964)

"A method for evaluating the current reproduc-  
tive status of a dairy herd".

J. Amer. Vet. Med. Assoc. 144 : 994.

- 54 - JONES (G.M.), MURLEY (W.R.), CARR (S.B.)(1980)  
"Computerized Feeding Management systems for  
economic decision - Making".  
J. of Dairy Sci. 63 : 495-513.
- 55 - KELLY (J.W.), KOLMAN (J.R.)(1975)  
"A modified herd reproduction status Program  
for south Carolina Dairy Herds".  
J. of Dairy Sci. 58 : 261-265.
- 56 - KNAPP (R.L.)(1976)  
"Effect of rearing rate on different measures  
of productivity on the farm business".  
M.J. Thesis. Univ. of Wisconsin Madison.
57. LAMB (R.C.)(1978)  
"Improving large Dairy herd management Prac-  
tices : Review of Regional Project N.C. 119".  
J. of Dairy Sci. 61: 1284-1293.
- 58 - LEBRUN (J.)(1981)  
"Bilans fourragers"  
Conférence - non publié -  
"Alimentation des vaches laitières".  
3e session de perfectionnement C.E.N.A.P.S.E.  
22 au 25 septembre 1981.
- 59 - LINEWEAVER (J.A.), SPESSARD (G.W.)(1975)  
"Development and use of Computerized Reproduc-  
tive Management Program in Dairy herds".  
J. Dairy Sci. 58 : 256-261.

60 - LINN (J.G.), SPIKE (P.L.)(1980)

"Programmable calculators and their application fo feeding and management of Dairy cattle".  
J. Dairy Sci. 63 : 1390-1394.

61 - LIRA (M.)(1975)

"Rectal and ear canal temperature monitoring in dairy cattle".  
M.J. Thesis Univ. of Illinois, Champaign.

62 - LOISEL (J.)(1976)

"Comment situer et gérer la fécondité d'un troupeau laitier".  
"Proposition d'un bilan annuel de la reproduction des troupeaux laitiers".  
Fev., 65 p.

63 - LOMBA (F.)(1978)

"Intensification de la production laitière dans les unités familiales".  
Bull. GTV Mars 1978, 14 p.

64 - MATHER (E.C.), MELANCON (J.J.)(1981)

"The periparturient cow - A pivotal entity in Dairy production".  
J. Dairy Sci. 64 : 1422-1430.

65 - MAYER (E.)(1978)

"La production laitière de haut niveau".  
Bull. GTV, janvier 1978 : 8 p.

- 66 - MAYER (E.), FRANCOIS (G.), DAVIDSON (M.)(1978)  
"Nutritional influence on fertility in Israeli dairy herds with an average 305 dairy production per cow of 8000 kg of fat corrected milk".  
Theriogenology 9 (5) : 393-400.
- 67 - MOE (P.W.), TYRRELL (H.F.), FLATT (W.P.)(1971)  
"Energetics of body tissue mobilization".  
J. Dairy Sci. 54 : 548-557.
- 68 - MOLLER (K.)(1970)  
"A review of uterine involution and ovarian activity during the postpartum period in the cow".  
New Zealand Vet. J. 18 : 83-91.
- 69 - MONTALESCOT (J.B.)(1981)  
"La gestion des troupeaux bovins grâce à l'informatique - l'alimentation et le contrôle de production automatisés".  
Mai - Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 42 p.
- 70 - MORROW (D.A.), ROBERTS (S.J.), Mc ENTEE (K.), GRAY (H.C.)(1966)  
"Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle".  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 149 : 1596-1608.
- 71 - MURPHY (J.M.)(1956)  
"Mastitis - The struggle for understanding".  
J. Dairy Sci. 39 : 1768-1776.

- 72 - MURRILL (F.D.)(1978)  
"Using herd management data" in  
"Large dairy herd management".  
Univ. Presses - Florida - Gainesville. 1100 p.
- 73 - NATZKE (R.P.)(1981)  
"Elements of Mastitis Control"  
J. Dairy Sci. 64 : 1431-1442.
- 74 - NATZKE (R.P.)(1978)  
"Mastitis : elimination of infection" in  
"Large dairy-herd management".  
Univ. Presses - Florida - Gainesville, 1100 p.
- 75 - NICOLETTY (J.P.), SAUNIER (P.), MONAVON (J.),  
EYNARD (H.)(1976)  
"Plans d'accouplements ORDICHERPTEL"  
Juillet P.O., 31 p.
- 76 - NORA (S.), MINC (A.)  
"L'informatisation de la société".  
Paris. La documentation française, 162 P.
- 77 - NORMAN (H.D.), VAN ULECK (L.D.)(1972)  
"Type appraisal - 3 - Relationships of first  
lactation production and type traits with  
lifetime performance".  
J. Dairy Sci. 55 : 1726-1734.
- 78 - NOTT (S.B.), KAUFFMAN (D.E.), SPEICHER (J.A.)(1981)  
"Trends in the Management of Dairy Farms since  
1956".  
J. Dairy Sci. 64 : 1330-1343.

79 - NOTT (S.B.)(1978)

"Importance of planning and budgeting for an economical unit including financial commitments for herd expansion".

in : "Large dairy herd management".

Univ. Presses - Florida - Gainesville, 1100 p.

80 - OLDS (D.)(1978

"Most effective management for shortening calving intervals".

in : "Large dairy herd management".

Univ. Presses - Florida - Gainesville, 1100 p.

81 - OLDS (D.), COOPER (R.)(1970)

"Effect of postpartum rest period in dairy cattle on the occurrence of breeding abnormalities and on calving intervals".

J. Amer. Vet. Med. Assoc. - 157 (1) : 92.

82 - OLTENACU (P.A.), NATZKE (R.P.)(1976)

"Mathematical modeling of the mastitis infection process".

J. Dairy Sci. 59 : 515-523.

83 - ORCIVAL (J.M.)(1969)

"L'ordinateur et la recherche opérationnelle en élevage économique".

Thèse Doc. Vétérinaire.

84 - OTTERBY (D.E.), LINN (J.G.)(1981)

"Advances in nutrition and management of calves and Heifers".

J. Dairy Sci. 64: 1365-1377.

85 - OXENDER (W.D.)(1973)

"Dairy herd management and veterinary service in Michigan".

Bovine Practitioner 8 : 46.

86 - PEARSON (R.E.)(1978)

"Development and Philosophy of Data Handling Systems for a Research Dairy Herd".

J. Dairy Sci. 61 : 1847-1854.

87 - PEARSON (R.E.), MILLER (R.H.)(1981)

"Economic definition of total performance, breeding goals, and breeding values for dairy cattle".

J. Dairy Sci. 64 : 857-869.

88 - POUTREL (B.), RAINARD (P.)(1981)

"California Mastitis Test Guide of Selective dry cow therapy".

J. Dairy Sci. 64 : 241-248.

89 - PUCKETT (H.B.)(1980)

"Mechanization of livestock production in the United States".

in : "The mechanization and automation of cattle production".

Occasional publication n° 2.

Britisch Society of Animal Production.

90 - QUEINNEC (G.)(1978)

"L'homme et l'animal devant l'élevage et l'économie modernes".

Revue de Médecine Vétérinaire.

129 (5) : 689-715.

- 91 - ROY BLACK (J.), HLUBIK (J.)(1980)  
"Basics of computerized linear Programs for  
ration formulation".  
J. DAIRY Sci. 63 : 1366-1378.
- 92 - ROSSING (W.)(1974)  
"Automatic milk-yield recording system for mil-  
king parlors".  
in Proceedings of the International Federation  
of Automatic Control Symposium-Automatic Control  
of Agriculture and Univ. Saskatchewan, Saska-  
toon, Sas katchewan, Canada.
- 93 - SANSSOT (1981)  
Listing des données valorisées.  
64410 ARZACQ. P.O.
- 94 - SHANKS (R.D.), FREEMAN (A.E.), DICKINSON (F.N.)(1981)  
"Postpartum distribution of costs and disorders  
of health".  
J. Dairy Sci. 64 : 683-688.
- 95 - SHIRLEY-WOLFE, ERB (R.E.), COPPOCK (C.E.)(1975)  
"Computer Summaries of life cycle data for cow  
Research herds".  
J. of Dairy Sci. 58 : 127.
- 96 - SPEICHER (J.A.), NOTT (S.B.), STOLL (J.L.)(1978)  
"Changes in production, cash Flow, and income  
with dairy herd expansion".  
J. of Dairy Sci. 61 : 1242-1253.

97 - STEPHENS (A.J.), ESSLEMONT (R.J.)(1978)

"A feasibility study of the use of small computers by dairy farmers and practising veterinary surgeons".

Veterinary Epidemiology and Economics research unit.  
Univ. of Reading - Novembre 1978.

98 - STONES (G.M.), CHANDLER (P.T.), MURLEY (W.R.),  
BROWN (C.A.), WALKER (H.W.) (1980)

"Implementation of a regional Ration formulation Program for the Southeastern States".

J. of Dairy Sci. 63 : 856-867.

99 - SUTTER (H.)(1980)

"The hard facts and software of microcomputers".

Dairy herd Management, Octobre : 28-32.

100 - SWANSON (E.W.)(1978)

"Heifer performance standards : relation of rearing systems to lactation".

in : "Large dairy herd management".

Univ. presses. Florida - Gainesville, 1100 p.

102 - THIBIER (M.), HUMBLLOT (P.)(1981)

"Utilisation de schémas thérapeutiques dans un programme de contrôle de l'infécondité dans un troupeau de vaches laitières".

Rec. Med. Vét. 157 (1) : 91-104.

102 - UFFORD (G.R.), HENDERSON (C.R.), VAN VLECK (L.D.)(1979)

"Computing Algorithms for sire evaluation with all lactation Records and Natural Service sires".

J. of Dairy Sci. 62 : 511-523.

103 - WOLTER (R.)(1973)

"Alimentation et fécondité de la vache".

Revue de Médecine Vétérinaire, 34 (3) : 297-325.

### Index des illustrations

|            |       |     |
|------------|-------|-----|
| - figures  | ..... | I   |
| - schémas  | ..... | II  |
| - Tableaux | ..... | III |



FIGURES

- (1) La courbe de lactation théorique : critères d'interprétation.
- (2) Courbe théorique du choix du rationnement énergétique.
- (3) Le rationnement énergétique lié au niveau de production.
- (4) Le phénomène d'associativité.
- (5) Le cycle oestral et comportement sexuel.
- (6) Le planning alimentaire des génisses jusqu'à maturité sexuelle.
- (7) Fréquences des nouvelles infections de la mamelle au cours du cycle reproductif.
- (8) Distribution des coûts des maladies dans la période postpartum.
- (9) L'introduction de l'informatique en salle de traite.



SCHEMAS

- (1) Les facteurs de variation de la production laitière annuelle.
- (2) Le cycle reproductif d'une vache laitière : paramètres et postes de gestion.
- (3) Les postes de gestion des événements de la reproduction.
- (4) Le plan d'action vétérinaire intégré de reproduction : le programme P.A.V.I.R.
- (5) Le groupement au vélage et la synchronisation des chaleurs : méthodologie I.
- (6) ibid : méthodologie II.
- (7) ibid : méthodologie III.
- (8) Influence de la durée de l'infection de la mamelle et du taux de nouvelles infections sur le taux d'infection du troupeau.
- (9) Le mécanisme de l'infection de la mamelle : épidémiologie et procédures de contrôle.
- (10) Application du concept de "management by exception".
- (11) Concepts essentiels d'un modèle de gestion.
- (12) Nouvelle organisation d'un contrôle laitier automatisé.
- (13) Flux des informations nécessaires au jour le jour.



TABLEAUX

- (1) Répétabilité et héritabilité de la production laitière et des constituants du lait.
- (2) Corrélation génétique entre production laitière et composition du lait dans la race holstein.
- (3) Avantages et inconvénients de la ration complète.
- (4) Méthodes de calcul d'un bilan fourrager.
- (5) Exemple d'un planning alimentaire informatisé
- (6) Exemple d'un calcul de ration économique
- (7) Etude analytique des variations de l'intervalle vélage-vélage : corrélations entre intervalle-indice et pourcentage.
- (8) Influence du délai de mise à la reproduction sur les performances de reproduction.
- (9) Résultats de différents délais de mise à la reproduction sur les paramètres de l'intervalle [V-V].
- (10) Normes théoriques nécessaires à l'obtention d'un intervalle [V-V] d'un an.
- (11) Influence de l'âge au vélage des génisses sur la production ultérieure.
- (12) Modifications apportées par l'application du programme HRSS.
- (13) Causes de réformes.
- (14) Corrélations entre la longévité et certains caractères laitiers.
- (15) Calcul théorique du nombre de génisses de renouvellement.
- (16) Normes de performance de reproduction d'un troupeau.
- (17) Exemple 1 d'une visite programmée
- (18) Exemple 2 d'une visite programmée.
- (19) Estimation des coûts alimentaires et des marges par rapport au niveau de production.
- (20) Influence théorique des stratégies d'élevages sur les objectifs recherchés.



# TABLE DES MATIERES

---

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>INTRODUCTION</b> .....                                                       | 1  |
| <b>CHAPITRE I : Gestion des paramètres zootechniques</b> .....                  | 4  |
| 1. La production laitière .....                                                 | 6  |
| 1.1. La courbe de lactation théorique .                                         | 6  |
| 1.2. Modèles mathématiques .....                                                | 8  |
| 1.3. Les paramètres de la production laitière .....                             | 11 |
| 1.3.1. La quantité de lait produite .                                           | 11 |
| 1.3.2. Les paramètres physico-chimiques du lait .....                           | 19 |
| composition chimique .....                                                      | 19 |
| paramètres physiques .....                                                      | 23 |
| 1.4. Importance de la lactation .....                                           | 24 |
| 2. L'alimentation .....                                                         | 26 |
| <b>CHAPITRE II : Gestion des paramètres de la reproduction</b> .....            | 40 |
| 1. Etude analytique des paramètres de reproduction : de leurs corrélations .... | 44 |
| 2. Gestion des événements de la reproduction .....                              | 59 |
| 2.1. Normes d'élevage des génisses ....                                         | 59 |
| 2.2. L'insémination .....                                                       | 64 |
| 2.3. Le vélage .....                                                            | 69 |
| 2.4. La réforme .....                                                           | 77 |
| 3. Gestion de la reproduction .....                                             | 85 |



|                                                                                                                      |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>CHAPITRE III : La gestion médicale .....</b>                                                                      | <b>87</b>      |
| 1. Le contrôle des mammites .....                                                                                    | 89             |
| 2. La période péripartum .....                                                                                       | 100            |
| 3. De la médecine préventive à la visite<br>programmée .....                                                         | 106            |
| <br><b>CHAPITRE IV : De la gestion au(x) modèle(s) de<br/>                  gestion .....</b>                        | <br><b>112</b> |
| <br><b>CHAPITRE V : La collecte et le traitement des<br/>                  informations : l'outil informatique .</b> | <br><b>127</b> |
| 1. L'enregistrement automatisé de la pro-<br>duction laitière .....                                                  | 131            |
| 2. L'enregistrement des données du ma-<br>nagement .....                                                             | 135            |
| 3. Le traitement des informations .....                                                                              | 138            |
| 3.1. Le mode de traitement .....                                                                                     | 138            |
| 3.2. L'édition des données valorisées.                                                                               | 140            |
| 4. Perspectives d'utilisation d'une ges-<br>tion zootechnique informatisée .....                                     | 145            |
| <br><b>CHAPITRE VI : Discussion .....</b>                                                                            | <br><b>147</b> |
| <br><b>CONCLUSION .....</b>                                                                                          | <br><b>152</b> |
| <br><b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>                                                                                       | <br><b>154</b> |
| <br><b>Index des illustrations .....</b>                                                                             | <br><b>172</b> |



I. C. VAUBECOUR  
*L'Imprimerie des étudiants lyonnais*  
11 et 13 Rue Vaubecour  
LYON 69002 - Tél. 42 - 45 - 85





Imprimerie Offset Vaubecour  
L'Imprimerie des Étudiants lyonnais  
11, rue Vaubecour  
69002 LYON - Tél. (7) 842-45-85